

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra mechanické technologie**

**Zdokonalení systému péče o investiční majetek v hutních  
podnicích**

**Improvement of the Care System of Investment in Metallurgical  
Enterprises**

**Student :** Bc. Tomáš Rais

**Vedoucí diplomové práce :** doc. Ing. Josef Novák, CSc.

**Ostrava 2009**

Chtěl bych poděkovat společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s. za možnost vykonání své diplomové práce.

## **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne:

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было́ сже́днано, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- было́ сже́днано, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : .....

.....

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

RAIS, T. Zdokonalení systému péče o investiční majetek v hutních podnicích.

Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní VŠB – Technická universita Ostrava, 2008, 85s, Diplomová práce, vedoucí: Novák, J.

Diplomová práce se zabývá zdokonalením péče o investiční majetek v hutních podnicích. V teoretické části definuji základní problematiku údržby. V analýze popisuji současný stav, kde zmiňuji nejproblémovější místa a úseky údržby. V samotném návrhu a metodické části, jsou navržena možná řešení a opatření, která vedou k celkovému zlepšení péče o investiční majetek. Nový přístup a metodika zmíněna v diplomové práci zajisti společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s. snížení poruchovosti strojů. Dále snížení nákladů prostřednictvím snížení pracnosti zavedením TPM a zajištěním přípravy údržbářských prací ( náhradní díly, nástroje, nářadí, přípravky, atd.). Výše zmíněné aspekty vedou k celkovému ekonomickému efektu.

## **ANOTATION OF BACHELOR'S WORK**

RAIS, T. Improvement of the Care System of Investment in Metallurgical Enterprises, Faculty of Mechanical Engineering VŠB - Technical University of Ostrava, 2008, 85 p. Thesis, head: Novák, J.

This diploma thesis is improvement of the care system of investment in metallurgical enterprises. In theoretic parts define basic problems service control. In analyses describe state, where name problem seats and partitions service control. In himself proposal and methodical more often, are proposition perhaps solving and procuration that the led to general improvement care of fiscal assets. Paradigm and philosophy mentioned in diploma work ensure company ArcelorMittal Ostrava a.s. reduction of unplanned outages tool grinder and sharpener as well as ensure defined time heftiness connection with service control (elaborateness). Aforesaid aspect lead after the fashion of mature industrial company to general economic effect.

# Seznam použitého značení

Pracnost	Jednotka normování práce [nmin]
IFS	Industrial and Financial Systems
PLC	Programmable Logic Controller
TPM	Totálně produktivní údržba

## Obsah diplomové práce

Seznam použitého značení .....	7
1. Úvod.....	10
1.1. Teoretické uvedení problematiky diplomové práce .....	10
1.2. Společnost ArcelorMittal Ostrava a.s. ....	11
1.2.1. Historie Společnosti.....	12
2. Teoretická část.....	16
2.1. Údržba strojů – cíle, strategie a hospodárnost.....	16
2.1.1. Strategie .....	18
2.2. Poškození – důvod údržby.....	20
2.2.1. Příčiny poškození .....	20
2.2.2. Úkoly údržby.....	22
2.2.3. Inspekce .....	22
2.3. Měřené veličiny a měřící metody pro posuzování stavu strojů.....	25
2.4. Metody inspekce .....	27
2.4.1. Časový postup inspekce.....	27
2.5. Diagnostika strojů .....	29
2.6. Údržba strojů podle jejich skutečného stavu .....	31
2.6.1. Metody vyhodnocování při údržbě podle skutečného stavu .....	32
2.1. TPM – Total Productive Maintenance .....	32
2.1.1. Totálně produktivní údržba .....	33
2.1.2. Historie TPM.....	34
2.1.3. Definice TPM.....	34
2.1.4. Cíle TPM .....	35
2.1.5. Bloky TPM .....	36
2.2. Plánovaná údržba .....	37
2.2.1. Součásti plánované údržby .....	38
2.2.2. Cíle plánované údržby.....	38
2.2.3. Postup při plánování údržby .....	39
2.2.4. Prediktivní údržba.....	40
2.2.5. Programy zlepšování plánované údržby.....	41
2.2.6. Týmová práce jako součást plánované údržby.....	42



2.2.7.	Strategie pro plánovanou údržbu.....	43
2.3.	Dynamické plánování údržby .....	43
2.3.1.	Principy pro vytváření přepisů v oblasti plánované údržby .....	43
2.3.2.	Typy předpisů a délka intervalů .....	44
3.	Analýza současného stavu .....	46
3.1.	Organizační schéma Údržby.....	47
3.1.1.	Náplň údržby .....	48
3.1.2.	Charakteristika bezpečnosti práce. <b>Chyba! Záložka není definována.</b>	
4.	Hodnocení současné funkce.....	57
4.1.	Zhodnocení současného stavu údržby výrobních agregátů .....	46
5.	Návrhy na zdokonalení systému .....	57
5.1.	Metodika pro zavedení TPM .....	57
6.	Metodické doporučení, rozpracování na konkrétním zařízení.....	59
6.1.	Charakteristika zařízení .....	60
6.2.	Úvod do datové základny – vybrané celky .....	62
6.2.1.	Datová základna – oblast převodovky .....	63
6.2.2.	Příklad detailu výpočtu šroubování.....	71
6.3.	Hardware a software demoverze .....	77
7.	Celkové hodnocení .....	78
7.1.1.	Výsledky měření .....	80
8.	Závěr.....	80
9.	Seznam obrázků .....	80
10.	Seznam tabulek .....	82
11.	Seznam grafů.....	83
12.	Seznam použitých pramenů.....	83
13.	Přílohy.....	84

# 1. Úvod

Znalost příčin je skutečná věda.

Francis Bacon

## 1.1. Teoretické uvedení problematiky diplomové práce

V posledních letech značně stouply požadavky na podnikatelské subjekty. Dynamika trhů se projevuje ve stoupajících nárocích spotřebitelů, ve zvyšujících se nárocích na environmentální politiku, ve vysoké nasycenosti trhu a dalších požadavcích. V současné době nestabilní podmínky ovlivňující obchod a podnikání se navíc neustále mění a rychlost těchto změn je rovněž vyšší. Toto měnící se prostředí se dá popsat následovně:

- výrobky po technické a morální stránce stále rychleji zastarávají, a tak se životní cyklus výrobků progresivně snižuje
- technické inovace musí být integrovány do nových výrobků v kratších intervalech
- vzrůstají požadavky spotřebitelů na kvalitu a různorodost nabízených výrobků

Každý podnik, chce-li být v moderním světě úspěšný, musí dosahovat vysoké produktivity ve všech svých procesech, musí mít vysokou jakost všech svých činností, je nezbytné pružně reagovat na potřeby zákazníků a především je nutno pracovat s nízkými náklady. Pokud chce podnik těchto výsledků dosáhnout, musí přistoupit na nový moderní styl řízení, na nové metody ve výrobních i nevýrobních procesech a především na celkovou změnu „zastaralého“ myšlení. Oborem, který

umožňuje dosažení těchto změn, a to často aniž bychom museli vynakládat velké prostředky, je průmyslové inženýrství.

Průmyslové inženýrství se stále více stává důležitým prostředkem pro plnění vizí a cílů, které si každá firma stanovuje. Poskytuje nám možnosti vytvoření moderně řízené firmy produkující kvalitní výrobky s vynaložením nízkých nákladů. Ukazuje nám cesty k dosažení toho, aby byli spokojeni nejen naši zákazníci, ale také zaměstnanci. Ukazuje nám, jak vyrábět rychle, ve stoprocentní kvalitě, bez prostojů, s nízkými náklady. Dává nám prostředky pro dosažení konkurenční výhody vůči ostatním firmám na trhu.

Údržba strojů a zařízení je také jednou z významných složek pro zvyšování produktivity. Cílem této diplomové práce je proto vytvoření modelu plánování údržby za pomoci aplikace nových přístupů a vytvoření konkrétního optimálního plánu údržby.

## **1.2. Společnost ArcelorMittal Ostrava a.s.**

Výrobní činnost společnosti je zaměřena především na výrobu a zpracování surového železa a oceli a hutní druhovýrobu.

Největší podíl hutní výroby tvoří dlouhé a ploché válcované výrobky. Strojírenská výroba produkuje z největší části důlní výztuže a silniční svodidla. Servis a obslužné činnosti jsou v převážné míře zajišťovány vlastními obslužnými závody.

### **Největší vlastníci:**

Mittal Steel Holdings AG (71,58% akcií)

HARVTON INVESTMENTS LIMITED (13,88% akcií)

Česká republika – Ministerstvo financí ČR (10,97% akcií)

### 1.2.1. Historie Společnosti

Roku 1942 – začala se psát historie současně největší hutní společnosti České republiky. Tehdy Vítkovické železářny, v důsledku omezeného rozvoje vzhledem k umístění ve městě, započaly výstavbu svého jižního závodu v Kunčicích.

V Roce 1947 bylo přijato rozhodnutí o výstavbě hutního kombinátu, tehdy stále ještě jako součást Vítkovických železáren.



Obr. č.1 *Příprava k zahájení stavby první tratě - koleje k vysoké peci/září*  
1949

Celý kombinát tvořilo pět koksárenských baterií, dvě vysoké pece včetně lícího stroje, čtyři siemens-martinské a pět hlubinných pecí, blokovna, válcovna trub, slévárna šedé litiny a část elektrárny včetně vodohospodářství.

V další etapě se rozšiřovaly zejména kapacity pro produkci základních surovin jako jsou koks, surové železo a ocel, ale také se stavěly provozy s následným zpracováním těchto produktů. Rovněž byla v tomto období zprovozněna válcovací trať a linka na výrobu osobních, nákladních a traktorových kol. Počet koksárenských baterií se navýšil o čtyři, přibýly dvě vysoké pece a pět sklopných pecí pro výrobu oceli. Byla postavena také nová blokovna, pásové tratě P-250 a P-800, kontidráťová trať, zařízení na výrobu trubek, kyslíkárna a jiné.



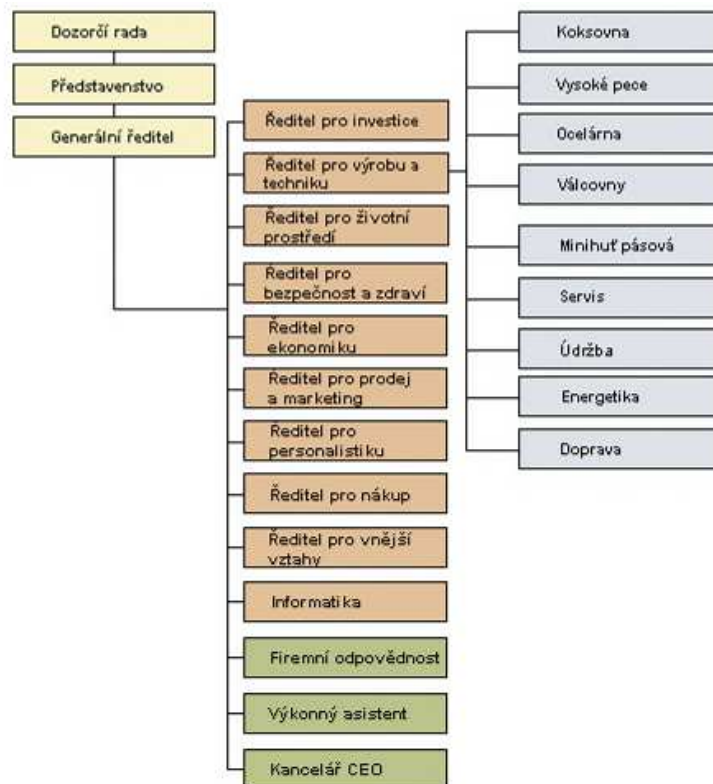
Obr. č.2 Ocelárna-odlévání železa na MB peci/1967

V rozmezí roku 1993 až 1999 byla postupně připojena zařízení pro plynulé odlévání. První v prosinci roku 1993, druhé o čtyři roky později a třetí v srpnu 1999. Tato změna přinesla větší výtěžnost oceli a v podstatě nižší energetickou náročnost. Neméně významnou událostí byla také výstavba válcovny na výrobu širokého, za tepla válcovaného pásu, která nahradila dvě zastaralé tratě a jejíž komplex je označován pásová minihuť.

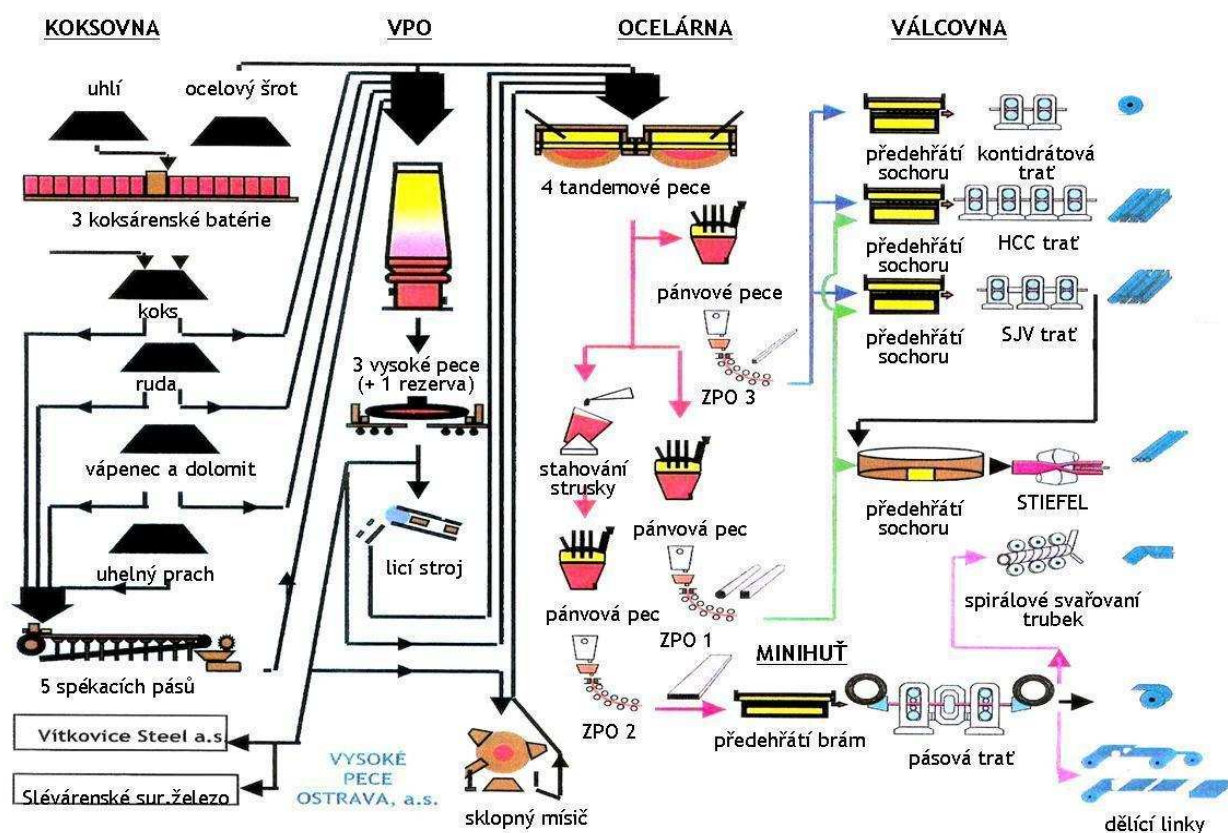


Obr. č.3 Ocelárna - tavba šesti proudy na kontilití/1993

V Roce2006 nejdiskutovanějším tématem ocelářského světa se stala snaha Lakshmiho Mittala o převzetí světové dvojky Arcelor. Koncem června tohoto roku oznámila rada Arceloru sloučení s Mittal Steel a vznikl tak světový gigant, v důsledku čehož se změnil i název ostravské společnosti na dnešní ArcelorMittal Ostrava. V roce 20007 některé společnosti, které se vydělily v roce 2004, se opět organizačně připojily k mateřské společnosti.



Obr. č.4 Organizační schéma společnosti



Obr. č.5 Výrobní proces ve společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s.

## 2. Teoretická část

### 2.1. Údržba strojů – cíle, strategie a hospodárnost

Úkolem je vyrábět stroje s minimem osobních, investičních a surovinových nákladů a provozovat pak tyto stroje po co možná nejdelší dobu při maximální hospodárnosti, jakosti a spolehlivosti.

Těchto cílů se dá zpravidla dosáhnout pouze systematickou údržbou strojů. V jednotlivostech slouží údržba strojů především k:

- zachování základních prostředků
- zabránění nepředvídaným přerušením provozu a výpadkům výroby (tj. k zachování schopnosti plynulých dodávek)
- zlepšení bezpečnosti práce, jakosti a ochrany životního prostředí

Údržba tak dostává v průmyslu a moderním průmyslovém státě významnou ekonomickou úlohu. To se také zřetelně projevuje v nákladech, které se do údržby vkládají.

Tak například činily náklady na údržbu v roce 1982 v Japonsku 4,2 % celkového hrubého společenského produktu. Překročily tak výrazně náklady na rozvoj vědy a techniky, které činily pouze 2,4 % hrubého společenského produktu. Význam údržby se projevuje též ve vysokém podílu osob činných v této oblasti. Dnes se údržbou a opravami zabývá již 15 % všech výdělečně činných osob.

Výdaje na údržbu představují pro každý podnik významný nákladový faktor. Vztaženo na reprodukční hodnotu se dnes počítá –

- u konvenčních strojů s ročními náklady na údržbu ve výši 2 – 6 %



- u složitých integrovaných zařízení s ročními náklady na údržbu ve výši 3 – 14 %.

V průmyslových podnicích je možno považovat za směrnou hodnotu finančních nákladů na údržbu cca **6 – 10% ročního obrátu**.

Jestliže k tomu ještě připočteme náklady na udržování skladů náhradních dílů a na úroky kapitálu v nich vázaného, pak mohou náklady **na údržbu dosáhnout až 25% ročního obrátu** podniku.

S postupující technizací a automatizací budou ještě dále narůstat, a to podstatně rychleji než vlastní výrobní náklady.

Náklady na údržbu se dají prokazatelně výrazně snížit použitím pokrokových strategií, moderní výpočetní techniky a vhodné měřicí techniky. Současně se těmito opatřeními zvyšuje využitelnost strojů, prodlužuje jejich životnost a pokud se jedná o výrobní stroje, zlepšuje se i jakost výrobků.

Progresivní údržba strojů zvyšuje hospodárnost a konkurenční schopnost vlastního podniku.

### **2.1.1. Strategie**

Pod pojmem „údržba“ rozumíme všechna opatření k zachování a opětovnému vytvoření požadovaného stavu, jakož i k zajištění a posouzení skutečného stavu technických prostředků daného systému.

Všechna opatření v oblasti údržby se dělí do 3. částí:

- udržování
- inspekce (revize)
- opravy

Veškerá údržba se vlastně točí kolem těchto tří pojmů.

#### **Udržování**

Pod pojmem udržování (drobná údržba) rozumíme opatření k zachování požadovaného stavu, především různé ošetrovací činnosti jako čištění, konzervování, mazání, doplňování a výměna provozních hmot a dodatečné nastavování resp. seřizování.

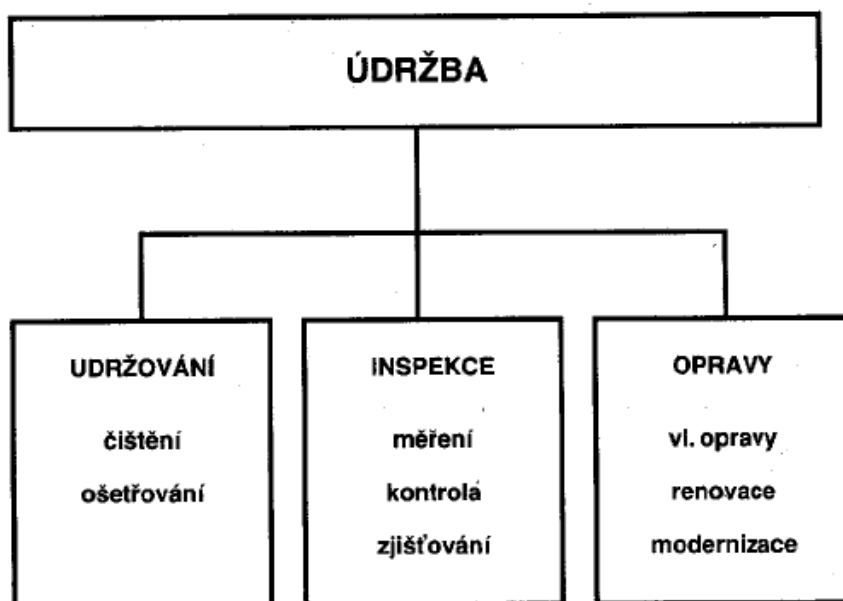
#### **Inspekce**

Pod pojmem inspekce (revize, prohlídka) rozumíme opatření k zajištění a posouzení skutečného stavu strojů, zařízení, konstrukčních skupin (uzlů) nebo konstrukčních prvků. Inspekce je čistě informační opatření, při němž se provádějí např. činnosti měření, zkoušení, zjišťování a kontrola.

## Opravy

Pod pojmem opravy rozumíme opatření k opětovnému vytvoření požadovaného stavu. Zde patří činnosti jako vlastní opravy, renovace (částečná obnova), modernizace a nové nastavení.

Opatření v rámci údržby



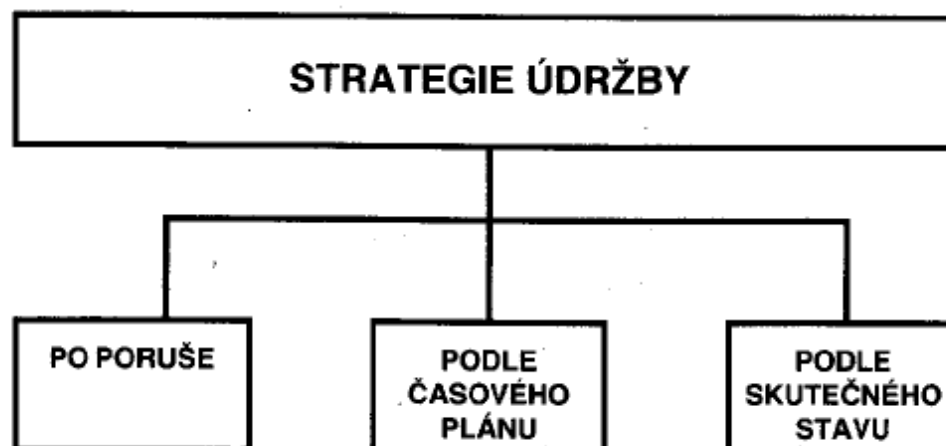
Obr. č.6 Opatření údržby

Jestliže jsou opatření v rámci údržby organizována tak, aby předcházela škodám, vyvolaným následným škodám a výpadkům výroby, pak hovoříme o **preventivní údržbě**, nazývané též někdy plánovaná údržba.

Opak je nutno spatřovat v tzv. **korektivní údržbě** (neplánované údržbě), která je nutná k opětovnému vytvoření požadovaného stavu při dílčích nebo celkových výpadcích.

V zásadě rozlišujeme 3 strategie údržby:

- po poruše, podle časového plánu a podle stavu zařízení.



Obr. č.7 Strategie údržby

## 2.2. Poškození – důvod údržby

### 2.2.1. Příčiny poškození

Stroje jsou jak v průběhu používání, tak i za klidu vystavovány škodlivým vlivům, které mění jejich stav, snižují jejich užitnou hodnotu a vedou k ztrátě jejich užitných vlastností (např. jejich funkce – schopnosti). Následkem těchto vlivů vzniká **poškození** stroje.

Poškození mění strukturu, rozměry a vzájemné přiřazení jednotlivých prvků strojů. Pokud takové poškození vede k ztrátě některé z potřebných užitných vlastností stroje, hovoříme o **výpadku** některého prvku stroje nebo (jako následek toho) celého stroje.

Jestliže poškození vede k ztrátě určité žádoucí užité vlastnosti stroje, která však není pro jeho funkci nezbytně nutná, pak hovoříme o **chybě**. Pojem **závada** na

**stroji** (jako důsledek poškození) můžeme chápat jako nadřazený pojem pro chybu a výpadek.

Pokud jde o formu, již se škodlivé vlivy a z nich vyplývající poškození projevují, rozlišujeme mezi **opotřebením** a **přetížením**.



Obr. č.8 Škodlivé vlivy působící na stroje a jejich prvky

Opotřebení členíme na:

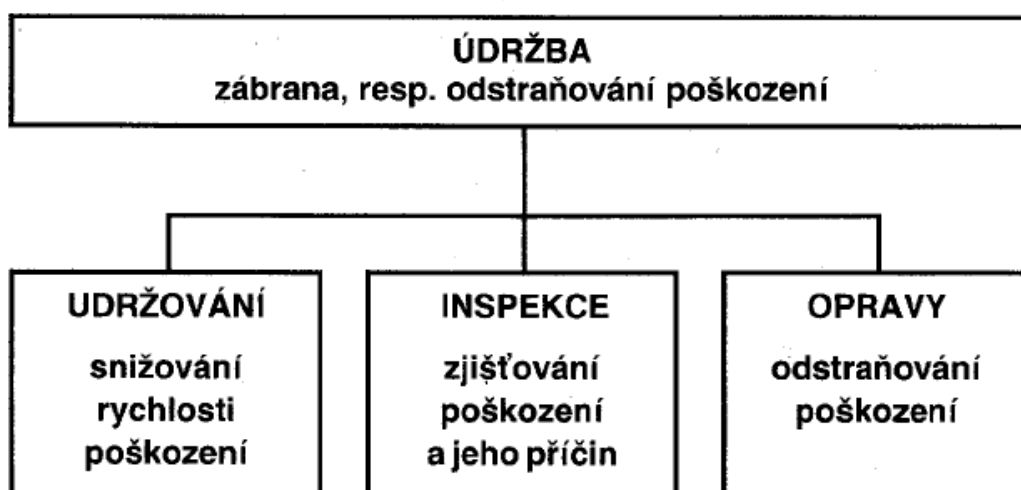
- mechanické opotřebení (otěr)
- korozi
- únavu
- stárnutí

Opotřebení představuje nejvýznamnější druh poškození. Nedá se mu zabránit ani při zcela normálním provozu. Příčinou přetížení je naproti tomu nesprávné používání stroje anebo pokročilé opotřebení. Přetížení může vést buď přímo k závadě na stroji anebo urychluje opotřebení.

### 2.2.2. Úkoly údržby

Úkolem údržby je zabránit poškozením a odstraňovat účinky poškození.

K tomu slouží oblasti udržování, inspekce a opravy.



Obr. č.9 Údržba

- **Udržování** (též drobná nebo běžná údržba) má za cíl podstatně snížit rychlost poškození při dané konstrukci a daných podmínkách používání.
- **Inspekce** (revize, prohlídka) má zjistit stupeň a příčinu poškození, tj. stav stroje. Na jejím základě lze určit funkceschopnost stroje a identifikovat poškozené části. V rámci údržby tedy připadá inspekci ústřední - diagnostická úloha.
- **Opravy** mají odstranit poškození a vrátit stroji v maximální možné míře jeho výchozí spolehlivost, jak ji měl po svém vyrobení.

### 2.2.3. Inspekce

Pod pojmem inspekce spadají všechna opatření k zajištění a posouzení skutečného stavu strojních částí, strojů a zařízení.

Inspekci je možno provádět jak za klidu, tak i za chodu stroje bez pomoci přístrojů poslechem, vizuálně či hmatem nebo s instrumentálním vybavením pomocí měřících a sledovacích systémů.

#### Členění metod inspekce



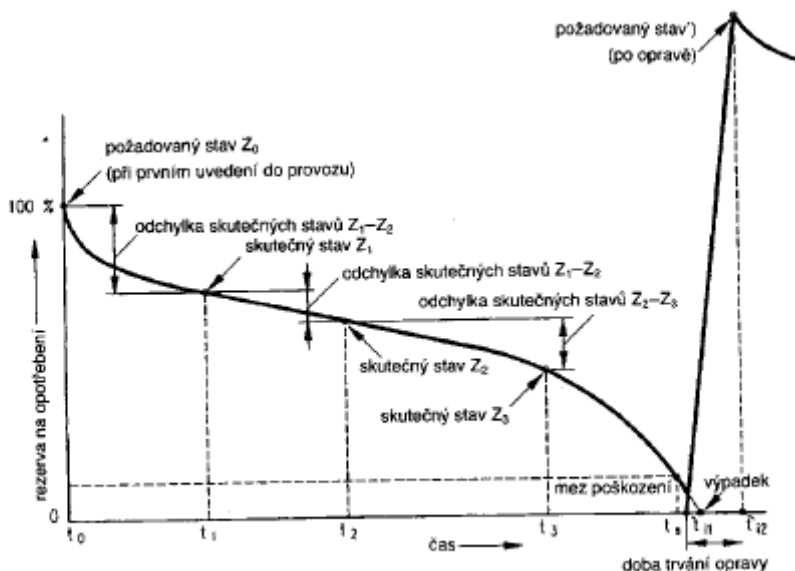
Obr. č.10

*Členění metod inspekce*

## Rezerva na opotřebení

Každý dílec a každý stroj má svou určitou rezervu na opotřebení. Tato rezerva se během užívání stroje vlivem mechanismů opotřebení neustále zmenšuje. Jestliže se tato rezerva na opotřebení sníží až pod hranici poškození, dojde k výpadku. Potom opět vytvoří novou potřebnou rezervu na opotřebení oprava, která by se ovšem měla vždy provést před dosažením meze poškození.

Schematický průběh rezervy na opotřebení nad dobou používání



Obr. č.11 Schematický průběh rezervy na opotřebení nad dobou používání

V rámci inspekce lze v principu všechny druhy opotřebení měřit. Prognostikovat je však možno jen ta z nich, u nichž je průběh poškození plynulý, tj. tam, kde se rezerva na opotřebení spotřebovává zvolna a bez skoků. Mechanismy opotřebení, které tento předpoklad splňují, jsou tyto:

- mechanické opotřebení (otěr)
- koroze
- únava

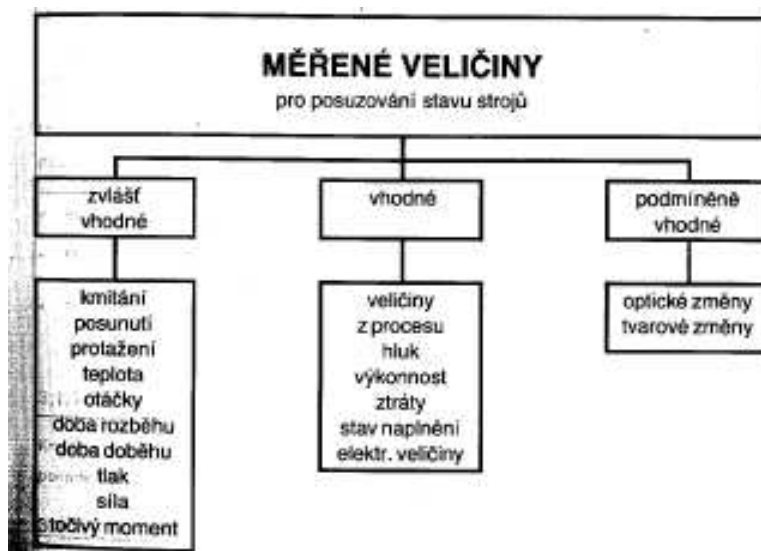


- stárnutí.

Tyto mechanismy opotřebení vedou k známým projevům poškození jako jsou rýhy, výmoly, vylomení, trhliny, protažení atd.

### 2.3. Měřené veličiny a měřící metody pro posuzování stavu strojů

Přehled důležitých měřených veličin a jejich vhodnosti pro posuzování stavu strojů:



Obr. č.12 Měřené veličiny

Rozdílná vhodnost uvedených měřených veličin (velmi dobrá, dobrá, podmíněně dobrá) plyne z těchto požadavků:

- spolehlivá informace o zbývajícím rezervě na opotřebení
- vysoká spolehlivost měřící techniky i za provozních podmínek
- jednoduchá montáž, nastavení a kalibrace příslušných snímačů měřených hodnot

Přiřazení měřených veličin k mechanismům opotřebení a projevům poškození

Mechanismus	Projev poškození	Měřené veličiny
Mechanické opotřebení (otěr)	Rýhy, stopy po zadíráání eroze, vlnky, důlky, vtisky, průrazy, vydroleniny, díry, atd.	Absolutní kmitání ložisek, veličina stavu val. ložisek, relativní kmitání hřídelů, relativní posunutí hřídelů, teplota, otáčka, výkon, síla, točivý moment, objem
Koroze	Rovnoměrný a nerovnoměrný korozní úbytek, počínající trhlinky, trhliny, skvrnitý, vlnitý povrch. důlky, škrábance. zadřeniny, vlasové trhlinky, změny tloušťky, zokujení	Absolutní kmitání ložisek, veličina stavu val. ložisek, relativní kmitání hřídelů, zvukové emise, tloušťka vrstvy, elektrochemický potenciál
Únava	Počínající trhlinky	Absolutní kmitání ložisek, relativní kmitání hřídelů, protažení, teplota, zvuková emise, síla, točivý moment, zjišť. trhlín vláknovou optikou
Stárnutí	Deformace, trhliny	Měření výstřednosti, protažení, teplota, zvuková emise

Tab. č.1 Přiřazení měřených veličin

## 2.4. Metody inspekce

Pojem údržba zahrnuje všechna opatření k zjištění a posouzení skutečného stavu strojů a zařízení, jakož i k zachování a opětovnému vytvoření jejich požadovaného stavu. **Preventivní údržba** přitom zahrnuje tu část těchto opatření, která se provádějí plánovitě, tj. v době předem určení.

Účel preventivních opatření v údržbě spočívá především v tom, aby se předešlo poruchám a výpadkům, vznikajícím opotřebením, stárnutím, korozí a znečištěním a zabránilo se tak následným škodám.

Za opak je třeba považovat **korektivní (neplánovitou) údržbu**, která slouží k opětovnému vytvoření požadovaného stavu strojů při dílčích nebo celkových výpadcích.

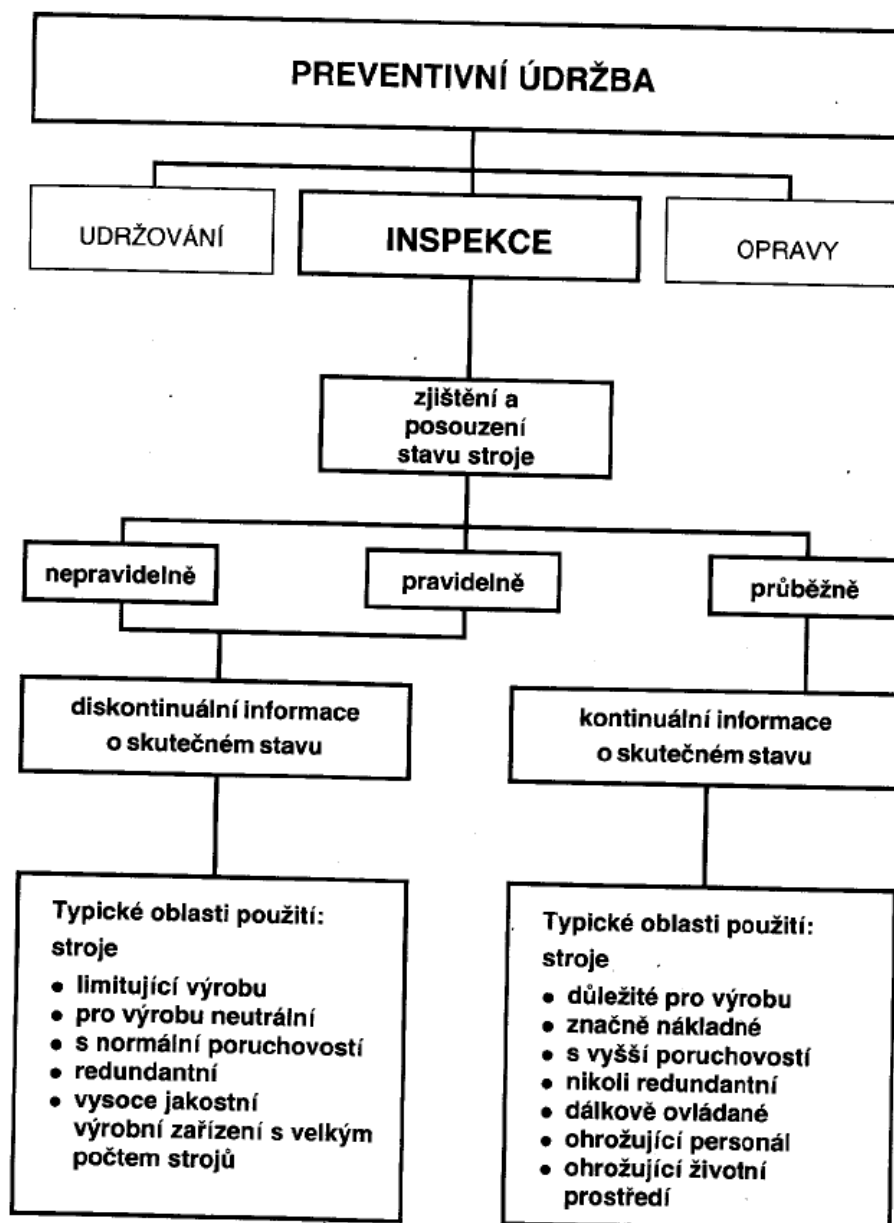
### 2.4.1. Časový postup inspekce

Při inspekci (revizi, prohlídce), se zjišťuje skutečný stav strojů a rozsah, druh příčiny jejich poškození.

Inspekci je možno provádět bez přístrojového vybavení na základě subjektivních pocitů (sluchem, zrakem, dotykem) nebo pomocí přístrojů na bázi měření.

Subjektivní vjemy mohou být v určitých oblastech docela důležité a potřebné, nemohou však posloužit za východisko pro systematickou údržbu strojů. K tomuto účelu jsou nezbytné objektivní a reprodukovatelné výsledky měření, tedy měřicí přístroje. Proto v dalším popisujeme výlučně **přístrojové metody inspekce**.

Preventivní údržba s časovým postupem při inspekci a typickými oblastmi použití



Obr. č.13 Preventivní údržba

Měření skutečného stavu strojů může probíhat:

- nepravidelně (tj. v proměnlivých časových intervalech)
- pravidelně (tj. v pevných časových intervalech)
- průběžně (kontinuálně)

Intervaly měření lze přitom určit:

- na základě zkušeností a údajů získaných u obdobných strojů
- pomocí statistických vyhodnocení dlouhodobých zkoušek u výrobce
- evidencí a statistickým vyhodnocením dat o výpadcích a údržbě získaných během provozu

## 2.5. Diagnostika strojů

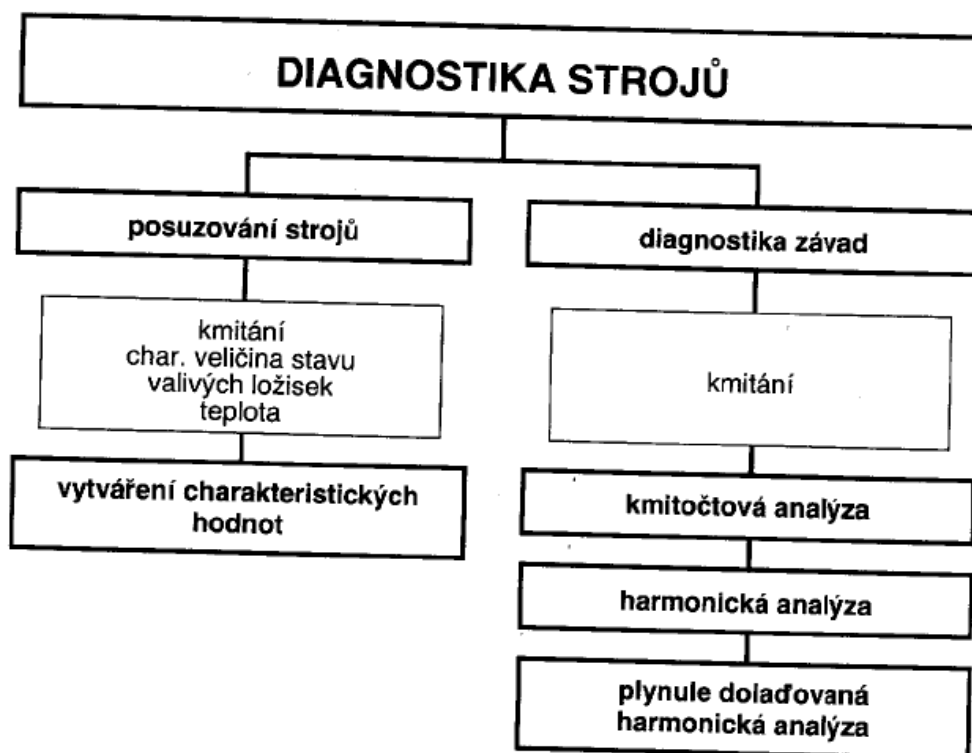
Diagnostiku strojů provádíme proto, abychom získali přehled o stavu stroje jako celku i o stavu jeho jednotlivých pohybujících se částí. diagnostika strojů se skládá ze dvou dílčích úloh:

- posouzení stroje
- diagnostiky poruch za účelem detekce (rozpoznání) závad a poškození stroje a identifikace poškozených strojních částí.

Diagnostika strojů je inspekční metoda s vysokým informačním obsahem, která poskytuje pracovníkům údržby důležité pomůcky pro rozhodování. Na výsledcích diagnostiky strojů závisí, zda lze stroje dále provozovat nebo zda je nutno je odstavit. Pro případné opravy dodává diagnostika strojů přené pokyny, které části stroje jsou poškozeny resp. jaké práce je třeba provést, aby se stroji vrátila jeho funkční schopnost.

K posuzování strojů je vhodná řada měřených veličin, jako např. mechanické kmitání, charakteristická veličina stavu valivých ložisek a teplota. Diagnostika závad se naproti tomu opírá téměř výlučně o mechanická kmitání, která lze snadno měřit a přitom současně poskytují obzvláště vysokou informační výpověď.

Přehled příslušných měřících a vyhodnocovacích metod



Obr. č.14 Diagnostika

Při diagnostice závad se vhodnými snímači zjišťují mechanické kmity strojů a pomocí měřicí techniky se rozkládají na harmonické složky. Kmitání se tedy na rozdíl od celkového posuzování strojů zde vyhodnocuje „filtrovaně“ a „úzkopásmově“

To je nutné z toho důvodu, že u strojů se ponejvíce objevuje takové kmitání, které sice zobrazuje chování všech pohybujících se částí stroje jako celku, avšak nepřipouští bez dalšího diskrétní pozorování jedné určité strojní části nebo jedné určité částí, měření jejich stavu a jejich dynamického chování ve stroji.

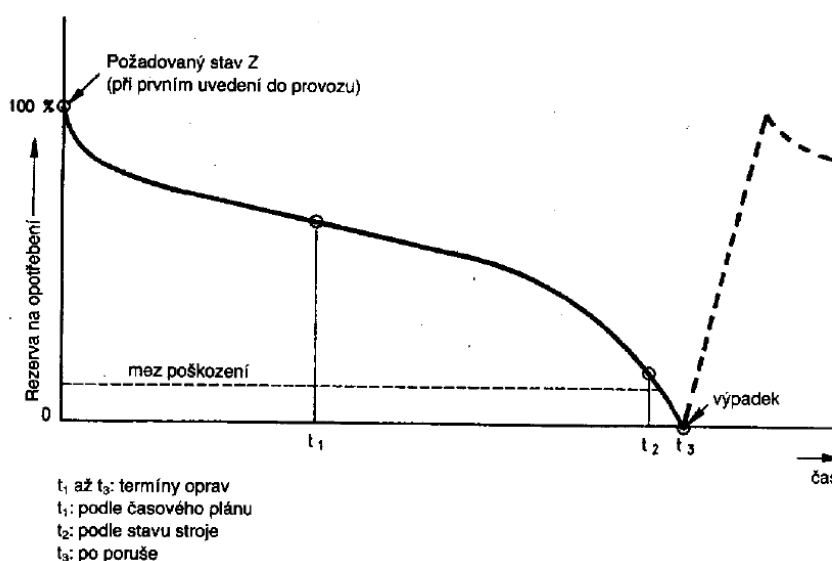
## 2.6. Údržba strojů podle jejich skutečného stavu

Z USA v posledních letech vyšla a velice rychle získala na významu nová strategie údržby strojů, při níž se veškerá opatření v oblasti údržby odvozují výlučně od reálného stavu stroje.

Tato údržba strojů podle jejich skutečného stavu (nazývaná též prediktivní údržba) podle anglického označení „predictive maintenance“) obsahuje kromě posouzení stroje, porovnávání s mezními hodnotami a diagnostiky závad jako podstatnou součást tzv. včasnou diagnostiku závad (predikci). Její pomocí lze v rámci pravidelných inspekcí včas rozpoznávat teprve počínající závady resp. poškození a tím pak také včas naplánovat druh a termín údržbářského zásahu.

Při této koncepci se stroje odstavují pouze tehdy, když to jejich stav vyžaduje. Tím se tedy optimálně využívá jejich rezerva na opotřebení. Toto jak z technického, tak z ekonomického hlediska optimální řešení údržby strojů získává díky možnosti nákladově výhodnému využívání výpočetní techniky stále větší význam pro každý moderní průmyslový podnik.

Příklad termínů oprav a využití rezervy na opotřebení při různých strategiích

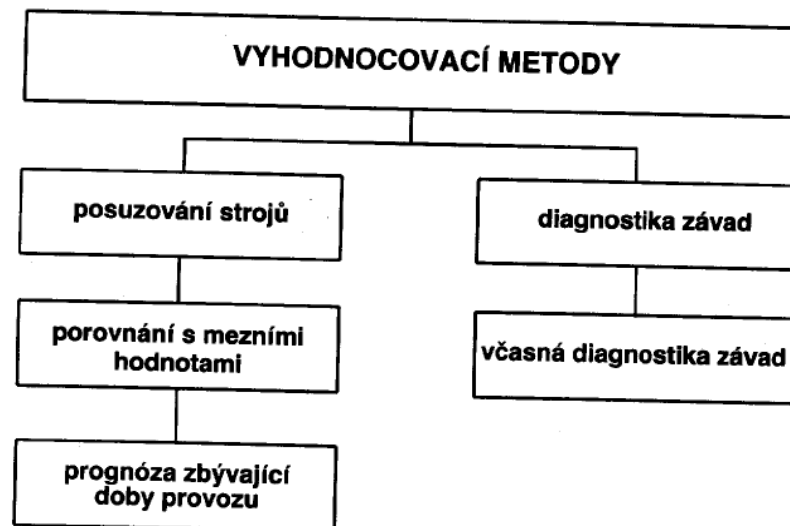


Obr. č.15 Termíny oprav

### 2.6.1. Metody vyhodnocování při údržbě podle skutečného stavu

Údržba strojů podle jejich skutečného stavu předpokládá takové zjišťování a vyhodnocování měřených veličin, které poskytuje spolehlivou informaci o stavu stroje. Čím obsáhlejší a hlubší bude toto vyhodnocování, tím lépe bude možno určit zbývající rezervu na opotřebení daného stroje.

Nejdůležitější vyhodnocovací metody



Obr. č.16 *Nejdůležitější vyhodnocovací metody*

## 2.1. TPM – Total Productive Maintenance

Údržba strojů a zařízení, stejně jako jiné oblasti, prošla v historii určitým vývojem. První fází byla údržba po poruše, kdy se pouze opravovaly vzniklé závady a poruchy. Dalším stupněm vývoje je údržba preventivní, tedy údržba plánovaná pro předcházení vzniku problémů. Následujícím stupněm údržby je údržba produktivní, která má za cíl především hledat a odstraňovat příčiny vzniku chronických závad a poruch. Totálně produktivní údržba má navíc za úkol vypracovat a zlepšovat celý systém údržby strojů a zařízení, to znamená nejen samotnou práci prováděnou údržbáři, ale také jejich přípravu, školení operátorů



pro převzetí některých údržbářských funkcí, zdokonalování zařízení a celou organizaci týkající se činnosti výrobních zařízení.

	TPM	Produktivní údržba	Preventivní údržba	Údržba po poruše
Opravy po poruše	•	•	•	•
Periodická prevence	•	•	•	
Technická diagnostika	•	•	•	
Optimalizace nákladů	•	•		
Využití operátorů	•			

Tab. č.2 Porovnání TPM

### 2.1.1. Totálně produktivní údržba

V současné době je základním a nejdůležitějším úkolem každé firmy zvyšování produktivity, a to jak u firem výrobních, tak i nevýrobních. Bez neustálého zvyšování produktivity nemá žádná z firem v současném konkurenčním prostředí šanci na dlouhodobé přežití. Jedním z prostředků pro zvyšování produktivity je i přijetí principu totálně produktivní údržby (TPM – Total Productive Maintenance). Jde o nejmodernější systém organizace a provádění údržby.

### 2.1.2. Historie TPM

Metoda TPM byla poprvé uvedena do života v 70. letech v Japonsku a vychází z koncepce údržby preventivní. Největší přínos pro rozvoj metody TPM měla japonská Toyota, hlavním představitelem a zakladatelem metody byl poradce Toyoty Shigeo Shingo. V 90. letech 20. století je již TPM standardní metodou využívanou množstvím dobrých a významných firem.

V České republice se metody TPM začaly prosazovat v první polovině 90. let. První projekt TPM odstartoval v roce 1994 ve Škodě Auto a. s. v Mladé Boleslavi. Ve stejném roce také začala působit první poradenská firma pro oblast TPM – Institut průmyslového inženýrství Liberec. Tato firma začala spolupracovat s mnoha významnými podniky (Barum Continental, Autopal Nový Jičín), ve kterých bylo právě díky TPM a dalším moderním metodám dosaženo výrazných úspěchů.

### 2.1.3. Definice TPM

Existuje několik definic TPM. Kompletní definice TPM podle *Nakajimy* zahrnuje následujících pět bodů:

1. TPM má za cíl maximalizovat efektivnost výrobního zařízení
2. TPM je celopodnikový systém produktivní údržby obsahující preventivní i produktivní údržbu a zlepšování stavu strojů
3. TPM vyžaduje nejen účast obsluhy i údržbářů, ale i konstruktérů strojů a dalších techniků
4. TPM zahrnuje každého jednotlivého zaměstnance od top-manažera až po řadového pracovníka
5. TPM je založeno na podpoře produktivní údržby pomocí aktivity výrobních týmů

Samotné slovo totální má přitom několik významů – totální efektivnost, totální systém údržby, totální účast všech zaměstnanců a totální zahrnutí všech zařízení.

#### 2.1.4. Cíle TPM

Jak jsem již uvedl, každá firma se snaží o zvyšování produktivity a efektivnosti TPM jako prostředek pro dosažení těchto cílů, je charakterizována agresivním přístupem, který vychází z tzv. „nulových cílů“ moderních výrobních systémů.

Z hlediska TPM jde o:

- *nulové neplánované prostoje* – musíme být schopni zcela eliminovat možné příčiny vzniku poruch strojů, ale také zcela vyloučit možnost prostoje z důvodu čekání na materiál
- *nulové vady způsobené stavem strojů* – stroje musíme udržovat v takovém stavu, aby v žádném případě a za žádných okolností neměl jejich stav vliv na zhoršení kvality produktů
- *nulové ztráty rychlosti strojů* – musíme být schopni zajistit podmínky pro neustálý maximální výkon při provozu strojů

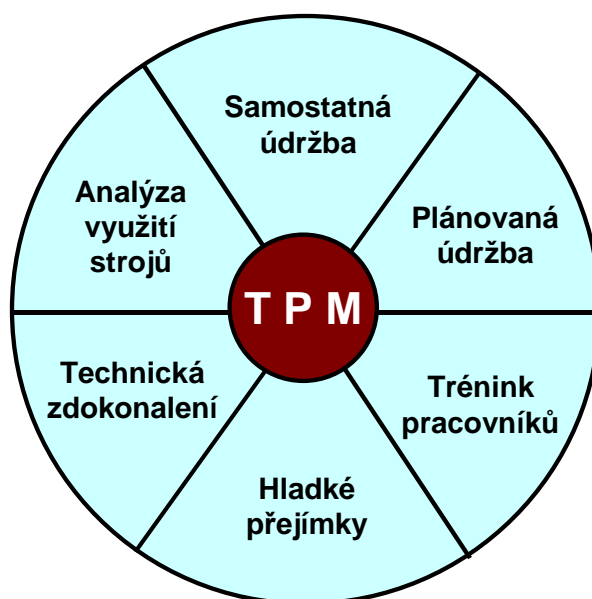
Abychom mohli těchto cílů dosáhnout, musíme přistoupit k určitým změnám. První změnou je zlepšení stavu strojů a pracovišť (provádění základního čištění, vypracování standardů rutinní údržby) – těmito činnostmi se zabývá metoda 5S, která bývá vždy jednou z prvních zaváděných metod.

Především ale musíme docílit změny v myšlení pracovníků a jejich přístupu ke strojům a zařízením. Právě přesvědčování pracovníků o potřebnosti a prospěšnosti prováděných změn je, podle mého názoru, nejdůležitějším bodem při

prosazování jakýchkoliv změn. Pokud dokážeme tuto podmínku splnit, můžeme přistoupit k samotnému zavádění nových metod a ke zlepšování procesů.

### 2.1.5. Bloky TPM

Součástí totálně plánované údržby je 6 základních bloků:



1. **Samostatná údržba** – orientuje se zejména na práci operátorů a výrobních týmů při údržbě svého zařízení
2. **Plánovaná údržba** – orientuje se na údržbáře a techniky, překrývá se se samostatnou údržbou, pokrývá celý životní cyklus strojů a zařízení. Také sem patří určování spolehlivosti strojů, určování spotřeby času, nové metody- diagnostika, management náhradních dílů
3. **Trénink pracovníků** – prorůstá ostatní metody
4. **Metodika hladkých přejímek** – snaží se o co nejmenší ztráty při zavádění nového stroje
5. **Technická zdokonalení strojů** – snaží se o rychlé zlepšení výkonu strojů, využívá standardní prvky procesu zlepšování (analýzy problémů, týmovou

práci, workshopy, prezentace) a prolíná se s jinými metodami (quick-changes, jidoka, zlepšování kvality apod.)

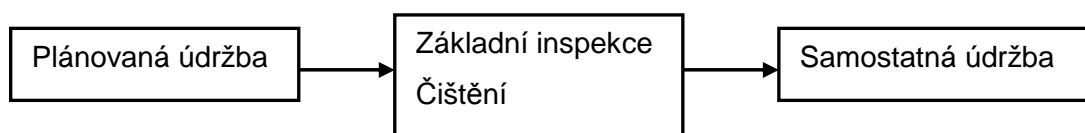
6. **Analýza využití strojů** – obsahuje analýzy činnosti strojů a zařízení (například ukazatel celkové efektivity zařízení – CEZ), hledání úzkých míst, zjišťování kvality, výpočty ztrát apod.

## 2.2. Plánovaná údržba

Plánovaná údržba, tedy údržba založená na časovém či jiném plánu, je v podnicích prováděna již několik desítek let. Velmi rozdílná je, však úroveň na jaké je tato údržba v každém podniku prováděna. Je často zanedbávána především z toho důvodu, že údržbáři věnují velkou část svého času opravám po poruše a na prevenci již nezbývá čas. V rámci zavádění TPM musíme proto najít způsob, jak prevenci kvalitně a včas provádět. Pokud tento způsob najdeme, bude to mít jistě efekt i v redukci poruch a času potřebném pro jejich odstraňování.

Ve většině firem je před započítím zavádění nových metod stav, kdy veškerou údržbu strojů a zařízení provádí specializovaný odbor údržby. Metoda TPM nabízí možnost, jak část zodpovědnosti za údržbu strojů přenést na samotné operátory (do oblasti samostatné údržby), a to způsobem, kdy kvalita prováděné údržby se v žádném případě nesníží, ale naopak může být prováděna kvalitněji.

Příklad přesunutí některých prací na operátory:



Zlepšení kvality prováděné údržby prováděné operátory spočívá především ve skutečnosti, že každý z operátorů má konkrétní, dobře definovatelnou zodpovědnost za své pracoviště, za svůj stroj a prováděné operace. U údržbářů, kteří mají na starosti celý provoz, je tato zodpovědnost hůře definovatelná. Samozřejmě, že každý z operátorů musí projít výcvikem pro provádění dané činnosti a v první fázi musí s údržbáři spolupracovat.

### **2.2.1. Součásti plánované údržby**

Součásti plánované údržby jsou:

- preventivní údržba s plánovaným intervalem bez ohledu na stáří stroje a dobu provozu stroje
- preventivní údržba plánovaná na základě „doby provozu“, která zohledňuje stáří stroje
- prediktivní údržba využívající diagnostické měření zvoleného parametru ve stanoveném čase, při kterém jsou další aktivity prováděny na základě výsledků tohoto dílčího měření
- prediktivní údržba využívající diagnostické metody, kdy jsou data sbírána v pravidelných intervalech od doby zahájení provozu a abnormality jsou detekovány z vývoje sledovaných parametrů a porovnáním s hodnotami získanými v optimálních podmínkách provozu

### **2.2.2. Cíle plánované údržby**

Cílem preventivní údržby je redukce nákladů na provozování strojů a zařízení pomocí redukce prostojů, snížení potřeby větších oprav a snížení nákladů na jednotlivé opravy.

Mezi dílčí cíle v rámci plánované údržby patří například:

- obnovovat stav strojů do optimální kondice, kterou již nemůže zajistit denní péče a základní rutinní údržba
- efektivně plánovat činnosti
- provádět efektivně periodickou inspekci, diagnostiku i opravy
- měnit ve vhodný okamžik díly, které vykazují opotřebení
- efektivně demontovat, kontrolovat a opravovat části strojů
- využívat moderních technologií oprav
- racionálně vést dokumentaci
- udržovat v pořádku nástroje i pracoviště údržby
- odstraňovat nejenom příčiny prostojů, ale i příčiny postupné degradace strojních částí i příčiny vyvolávající nižší kvalitu

### **2.2.3. Postup při plánování údržby**

1. **Vybereme stroje a zařízení pro preventivní údržbu** – Je důležité, aby v první fázi byly vybrány stroje, které jsou pro celou výrobu klíčové a jejichž výpadek způsobí výpadek v celém technologickém procesu.
2. **Definujeme činnosti, které mají být v rámci preventivní údržby provedeny**
  - Tyto činnosti mohou vycházet jednak z technické dokumentace dodavatele, jednak z dosavadních praktických zkušeností z chodu strojů.
3. **Definujeme intervaly mezi jednotlivými činnostmi** – Určení intervalů bývá někdy velmi složité (v podnicích často neexistuje evidence prostojů a poruch jednotlivých strojů a zařízení), v této oblasti musíme nejčastěji vycházet ze

zkušeností. Je proto nezbytné vypracovat kvalitní systém prediktivní údržby (diagnostiky).

4. **Definujeme termíny provádění jednotlivých činností** – Tyto termíny musí vycházet z předchozího bodu. Preventivní údržba přináší bohužel neproduktivní časy (odstávky strojů), které jsou však nezbytné. Musíme proto tuto skutečnost zohlednit a snažit se plánovat údržbu tak, aby tyto neproduktivní časy byly co nejkratší. Specializovaní údržbáři mají většinou na starosti všechny provozy podniku a i to je skutečnost, kterou musíme při definování termínů respektovat.
5. **Vytvoříme systém efektivního plánování jednotlivých činností a racionálního řízení dokumentace o preventivní údržbě** – V tomto bodě můžeme uplatnit informační technologie, ale např. i prostředky vizuálního managementu, které jsou finančně nenáročné a přesto velmi efektivní.

#### **2.2.4. Prediktivní údržba**

Prediktivní údržba je vlastně zjišťování stavu strojů na základě diagnostických metod. Jde o metodu, při které zjišťujeme stav strojů za provozu. Zjišťuje problémy a určuje optimální okamžik vhodný pro opravu.

Prediktivní údržba:

- zjišťuje současný technický stav – detekuje poruchy, to znamená, že zjišťuje, zda je stroj provozuschopný nebo ne
- předvídá technický stav v budoucnosti – předpovídá další provozuschopnost stroje
- určuje technický stav v minulosti – zjišťuje příčiny poruch stroje
- poskytuje informace pro přípravu oprav – zjišťuje místa poruch stroje



### **2.2.5. Programy zlepšování plánované údržby**

Kvalita provádění plánované údržby byla často v našich podnicích velmi vysoká, nebyla však často udržena a pro současné vysoké nároky je nedostatečná. O zlepšování proto můžeme mluvit pouze při existenci určité základny, ze které můžeme vycházet. Pokud vycházíme od nuly, mluvíme o zavádění.

Při plánování preventivní údržby je vhodné vycházet z těchto bodů:

- využití týmové práce pro rozvoj plánované preventivní údržby
- organizační podpora pro plánovanou preventivní údržbu
- vytvoření strategie v oblasti plánované preventivní údržby
- vytvoření (zlepšení) standardů pro plánovanou údržbu
- vytvoření dynamických plánů pro plánovanou údržbu
- založení (vedení) databanky základních údajů o strojích
- vytvoření efektivního systému dokumentace z plánované údržby
- zlepšování stavu pracovišť údržby ve smyslu principů 5S
- využití vizuálního managementu v oblasti plánované údržby
- optimální systém řízení náhradních dílů
- vytvoření systému prediktivní údržby
- aplikace vhodného informačního systému pro modul údržby
- aplikace nových technologií a postupů pro údržbu
- rozvoj podnikového programu snižování nákladů v údržbě
- pravidelné auditování oblasti plánované údržby

## 2.2.6. Týmová práce jako součást plánované údržby

Jedním z hlavních úkolů programu TPM je rozvoj týmové práce. Tohoto principu se samozřejmě využívá i v oblasti plánované údržby. Tým, který se věnuje zlepšení stavu v této oblasti, by měl mít následující složení:

- koordinátor týmu TPM
- hlavní mechanik
- vedoucí jednotlivých provozních údržeb
- provozní údržbáři
- údržbáři specialisté
- pracovníci z oblasti plánování a vyhodnocování
- specialisté pro oblast informačních systémů

Konkrétní týmy na pracovišti pak mohou mít několik podob, protože objem a druh údržbářských činností předávaných výrobním týmům (do oblasti samostatné údržby) záleží na konkrétních podmínkách každého podniku či provozu. Existují čtyři základní modely, které se mohou dále upravovat:

1. Výrobní tým přebírá část údržbářských činností v rámci samostatné údržby. Tyto činnosti jsou specifikovány ve standardech samostatné údržby. Objemy a druhy těchto činností musí být stanoveny tak, aby mohli být operátory zvládnuty bez zvýšení počtu členů výrobního týmu.
2. Do týmu je zařazen údržbář nebo údržbáři, kteří vykonávají náročnější údržbu spojenou s činností tohoto výrobního týmu. Tito údržbáři dále spadají pod výrobní středisko.
3. Do týmu je integrován jeden či více údržbářů, kteří po doplnění kvalifikace vykonávají některé další činnosti výrobního týmu.
4. Týmy jsou sestaveny z pracovníků údržby a zabezpečují údržbu na specifikovaném zařízení. Tým má pak složení a charakteristiku stejnou jako tým výrobní.

### **2.2.7. Strategie pro plánovanou údržbu**

Z pohledu plánované údržby jednotlivých strojů a zařízení by měl tým TPM stanovit priority a úroveň péče.

- Úroveň 1 – zařízení zastaví vždy při poruše celou výrobu nebo linku, hrozí vysoké nebezpečí úrazů, zařízení musí být dostupné, kdykoliv ho výroba potřebuje bez žádných výjimek. Plán preventivní údržby musí být v tomto případě splněn na 100 %.
- Úroveň 2 – zařízení může při poruše zastavit celou výrobu nebo linku, ale existují náhradní zdroje pro pokrytí potřeb výroby. Je proto možné zařízení krátkodobě odstavit. Plán údržby by měl být splněn na 85 - 100 %, může být zrušeno maximálně 15 % z oblasti plánované údržby.
- Úroveň 3 – zařízení není kritické pro výrobu (samostatné stroje nebo stroje se zálohou). Zde by měl být plán údržby splněn na 70 – 100 %, může být zrušeno maximálně 30 % prací z oblasti plánované údržby.

## **2.3. Dynamické plánování údržby**

V rámci TPM je plánování dynamičtější, než při tradičních systémech – dochází ke zpětné vazbě z výroby i údržby a plán je doplňován i o úkoly mimo původně plánované intervaly. Plán by měl být tedy vytvořen tak, aby umožňoval tyto požadavky splnit.

### **2.3.1. Principy pro vytváření přepisů v oblasti plánované údržby**

V rámci programu TPM je cílem vytvořit předpisy, které zohledňují potřeby strojů a které jsou skutečně plněny. Při vytváření předpisů v oblasti preventivní údržby by se měly dodržovat následující principy:

- předpisy musí vycházet z jasně definované strategie údržby pro jednotlivé stroje
- v předpisech jsou zohledněny krátkodobé i dlouhodobé cíle a priority
- kompromis je dělán na základě týmové práce (za účasti všech významných profesí)
- předpisy zohledňují dostupnost zdrojů (lidí, materiálu, nákladů)
- předpisy umožňují flexibilitu provedení jednotlivých aktivit
- předpisy jsou sdíleny s dalšími týmy a pracovníky
- předpisy jsou pravidelně vyhodnocovány z pohledu plnění
- předpisy zohledňují různé nároky různých strojů i jejich podskupin
- předpisy zohledňují postup samostatné údržby
- v předpisech je maximálně snížen požadavek na „odstávky“ pouze z důvodů preventivní údržby (preventivní údržba se provádí v součinnosti s jinými aktivitami v nejvhodnějším čase – např. pravidelné čištění, výměna nástrojů za chodu apod.)
- při plánování se aktivně využívá teorie spolehlivosti (křivky spolehlivosti, střední doba do poruchy apod.)

### **2.3.2. Typy předpisů a délka intervalů**

Rozlišujeme dva základní typy předpisů:

- předpisy definující termín a obsah jednotlivých činností vzhledem k jednotlivým strojům
- předpisy práce pro jednotlivé pracovníky a týmy (roční, měsíční)

Intervaly provádění preventivní údržby můžeme rozdělit následovně:

- pravidelné kalendářní
- klouzavé kalendářní
- pravidelné na základě doby provozu

Cílem programu TPM je převedení inspekčních i nápravných aktivit v intervalech den a týden do zodpovědnosti výrobních týmů v rámci samostatné údržby. Při plánování není vhodné kumulovat veškeré aktivity pro celý stroj do jednoho termínu. Při plánování intervalů vycházíme ze:

- zákonných požadavků
- pravděpodobnosti poruchy
- nákladů na údržbu
- potenciálních ztrát při poruše

Vedle dlouhodobých plánů zaměřených na intervaly pro jednotlivé stroje se využívají i rozpisy činností, které užíváme při řízení a organizaci práce týmů i jednotlivců. Do těchto přepisů musíme počítat i s dalšími činnostmi, jako např. s opravami vyplývajících z inspekčních prohlídek, s opatřeními pro zvýšení způsobilosti strojů, návrhy na zlepšení strojů, s přípravami oprav, s realizacemi projektů.

Při sestavování přepisů bychom měli vycházet z vytvořených standardů. Ty jsou pro nás důležité kvůli stanovení objektivních časů a nákladů. Ideální formou je rozpad jednotlivých aktivit do týdnů a dnů pro individuální pracovníky tak, aby bylo možné provádět racionální kontrolu provedení naplánovaných aktivit. Kontrola plnění plánu je důležitá nejen kvůli celkovému přehledu o jeho plnění, ale vypovídá také o celkovém poměru mezi plánovanými a neplánovanými aktivitami.

## 3. Analýza současného stavu

### 3.1. Zhodnocení současného stavu údržby výrobních agregátů

Z předchozí prezentace je patrné, že údržba v tomto podniku je na vysoké úrovni, jednak z historického hlediska, kdy se podílela na výstavbě tohoto podniku a prošla několikastupňovým vývojem od jejího založení v 50. letech.

Od údržby lokální, místní, tak jak byly postupně budovány a rozšiřovány výrobní závody tehdejší Nové Huti až po centralizovanou údržbu v 70.- 80. letech 20. století, kdy v údržbářské činnosti bylo zapojeno až 7 200 zaměstnanců. V roce 1991 došlo k částečné decentralizaci údržeb. S příchodem reálného vlastníka po privatizaci firmy a počínajícím tlakem na snižování nákladů proběhla řízená centralizace, po které následovaly restrukturalizační a optimalizační kroky. Tyto vedly k podstatnému zefektivnění údržby a především zefektivnění jejího řízení. Tím, že jsou tyto kapacity řízeny z jednoho centra jsou používány a přesunovány tak, jak je to pro daný podnik nejdůležitější.

Rovněž náklady na údržbu jsou řízeny z tohoto centra a vycházejí z konkrétních požadavků daných závodů na základě důsledného prozkoumání a trvalého monitorování daných problémů.

I když již v současné době existuje a je již běžně aplikován systém údržbářských týmů, univerzálnosti pracovníků, zastupitelnosti pracovníků, karty strojů, diagnostikování a monitorování agregátů, analýzy nákladů, identifikace zařízení, denní plán, denní hlášení, denní kontroly technických stavů a orientace na požadavky výroby = zákazník.

Bylo vedením údržby rozhodnuto o dalším zefektivnění údržby, tj. snižováním nákladů na údržbu = zproduktivnění výroby, posílení konkurenceschopnosti výroby na globálním trhu.

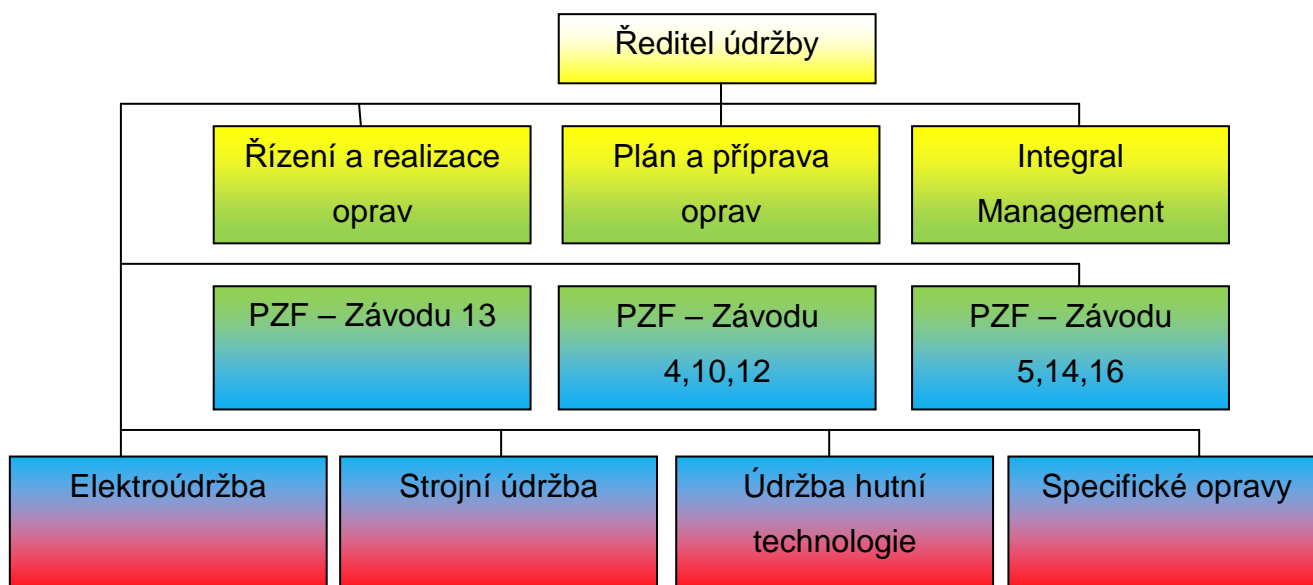
Tímto krokem je TPM totálně produktivní údržba.

Přechodem na TPM, se očekává zvýšení inspekčních prohlídek a preventivní zásahy před zásahy po poruše.

Nyní je provedena údržba dle skutečného stavu, tj. při plánovaných dekádách, kdy už zařízení jeví známky opotřebení nebo poruchových stavů, kdy dochází k opravám až po poruše popř. havárii. Což zvyšuje neúměrně náklady vynaložené na údržbu, zvyšuje procento prostojovosti, tj. nevýroby na daném zařízení, tj. generování nemalých ztrát, které si žádná firma obzvlášť v tomto období nemůže dovolit.

Organizační schéma závodu údržba

### 3.2. Organizační schéma Údržby



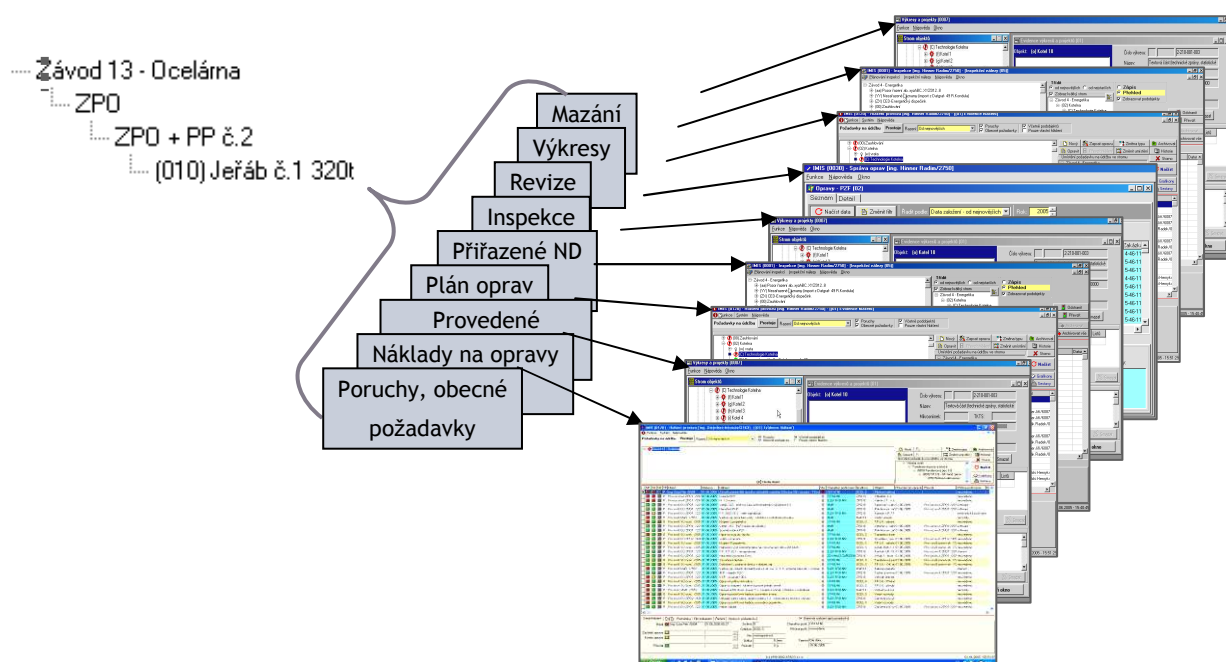
### **3.2.1. Náplň údržby- IMIS**

- Údržba výrobního zařízení dle skutečného stavu
- Realizace běžných, středních a generálních oprav
- Zajišťování poruchových služeb a operativní odstraňování poruch v rámci celého ArcelorMittal Ostrava
- Realizace ekologických a estetizačních akcí
- Spolupráce na realizaci investičních akcí
- Vyhodnocování poruchovosti klíčových agregátů
- Příprava podkladů pro tvorbu ročního plánu oprav útvarů PZF
- Spolupráce s výrobními závody při tvorbě ročního plánu oprav
- Ve spolupráci s výrobními závody zpracovává měsíční a operativní plány oprav
- Koordinace interních a externích kapacit pro realizaci oprav

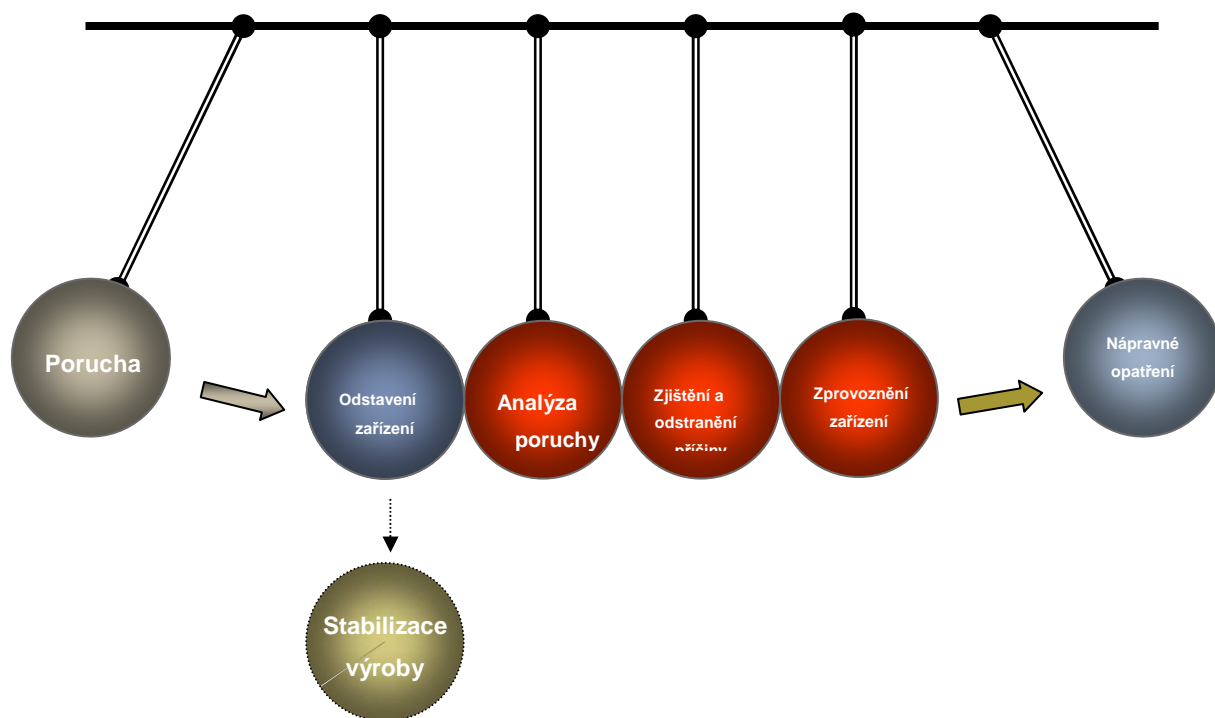
Veškerá činnost, kterou charakterizuje náplň údržby je realizována prostřednictvím informačního a řídicího systému IMIS.

**Informační systém – Schéma vazby informací na objekt**

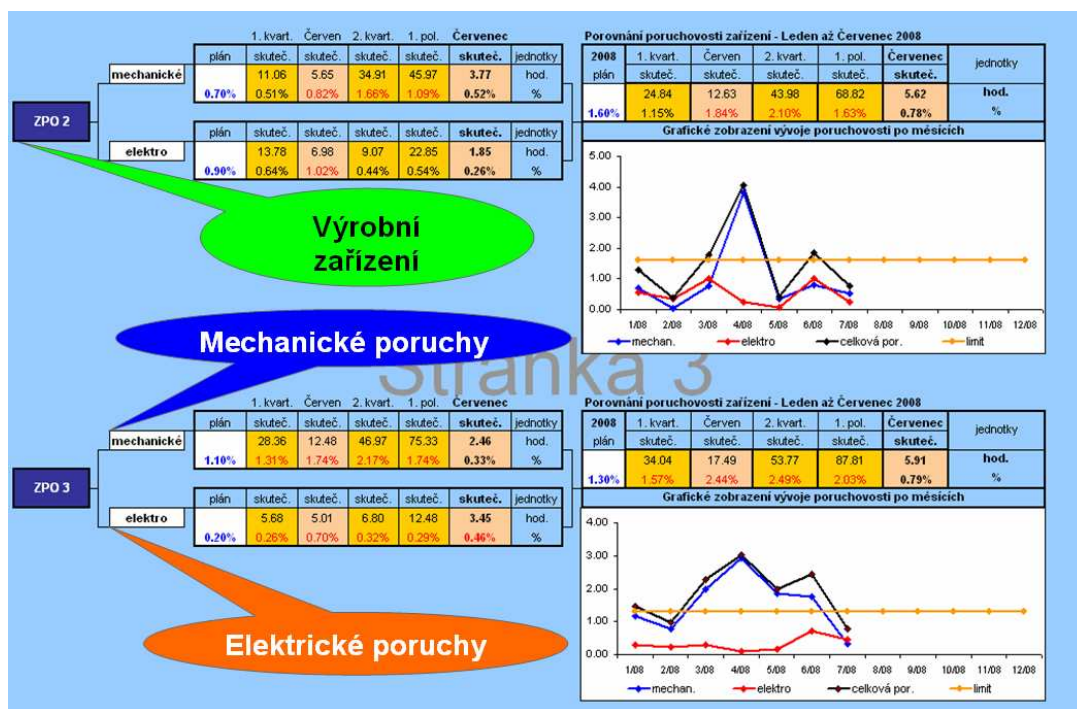




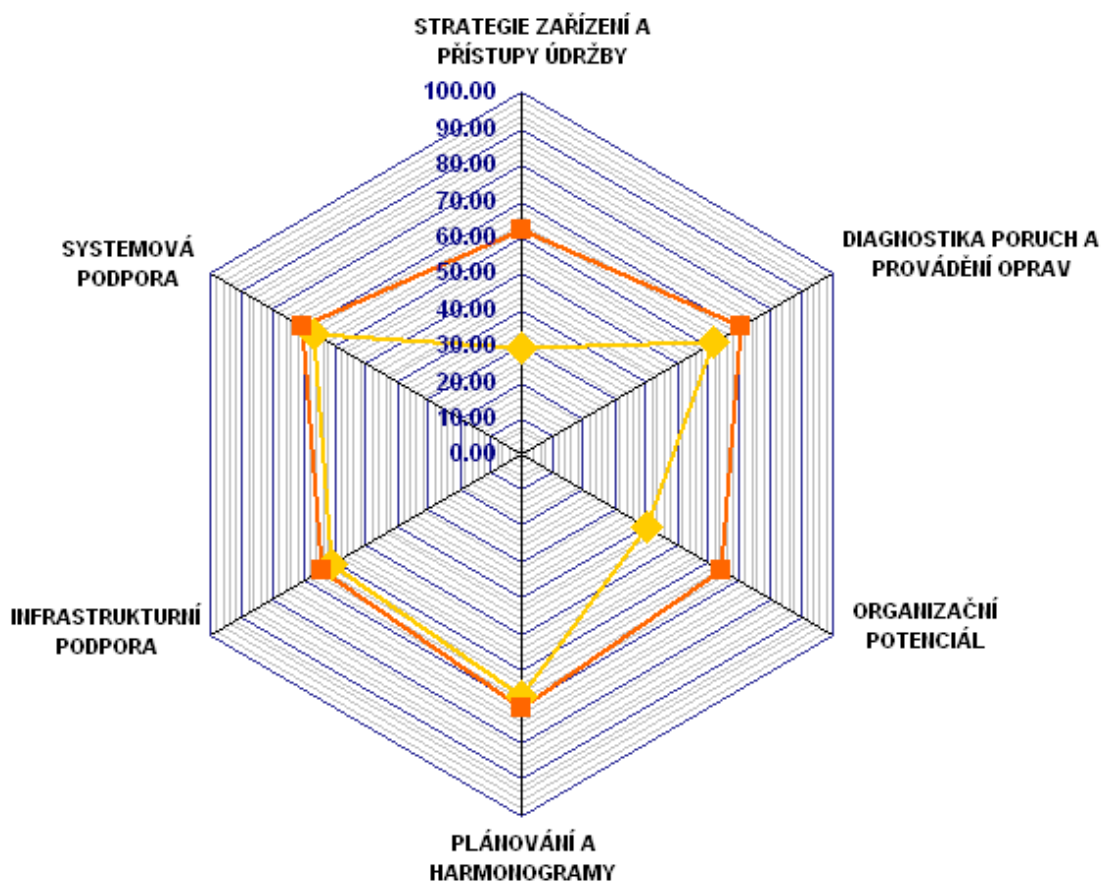
Obr. č.1 Informační systém



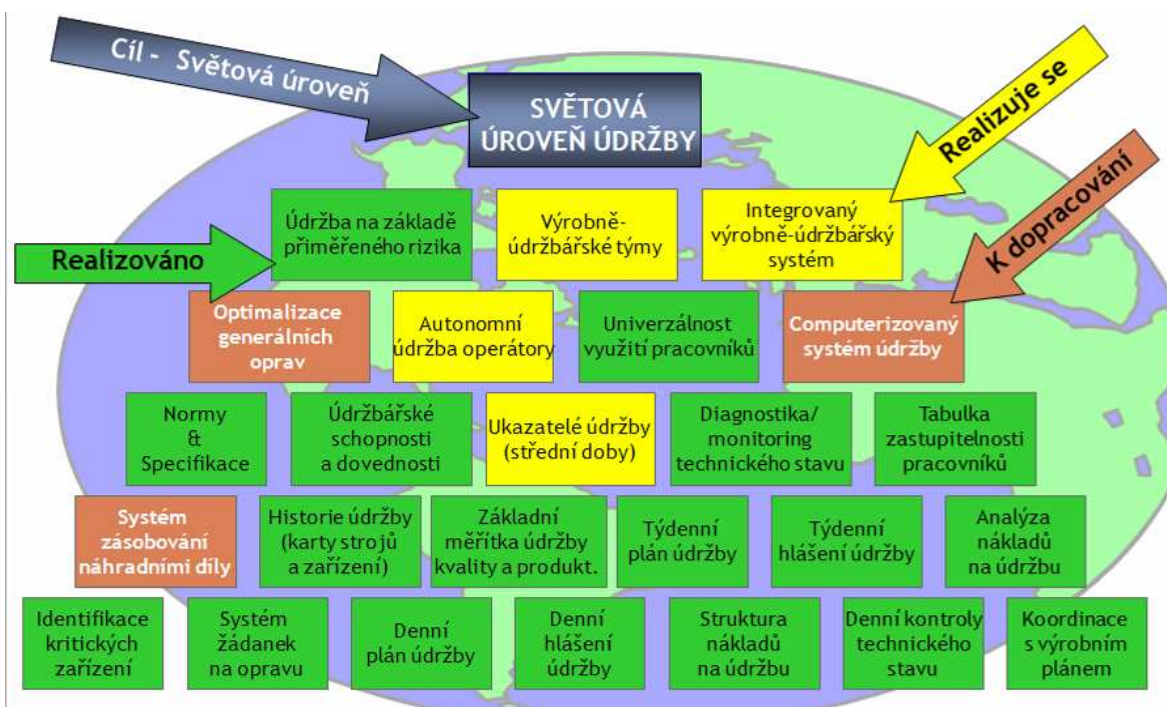
Obr. č.2 Obecný postup řešení poruchy



Obr. č.4 Vývoj poruch



Obr. č.5 Vyhodnocení údržby v soutěži WCM














Obr. č.6 Stav jednotlivých fází současné údržby

## Konkrétní příklad aplikace informačních systémů

### Informační systém - Podpora údržbářských procesů

- Systém je modulární
- Shromažďuje data o stavu zařízení na jednotlivé objekty
- Pracuje on line
- Data jsou bezpečně uchována na centrálním serveru

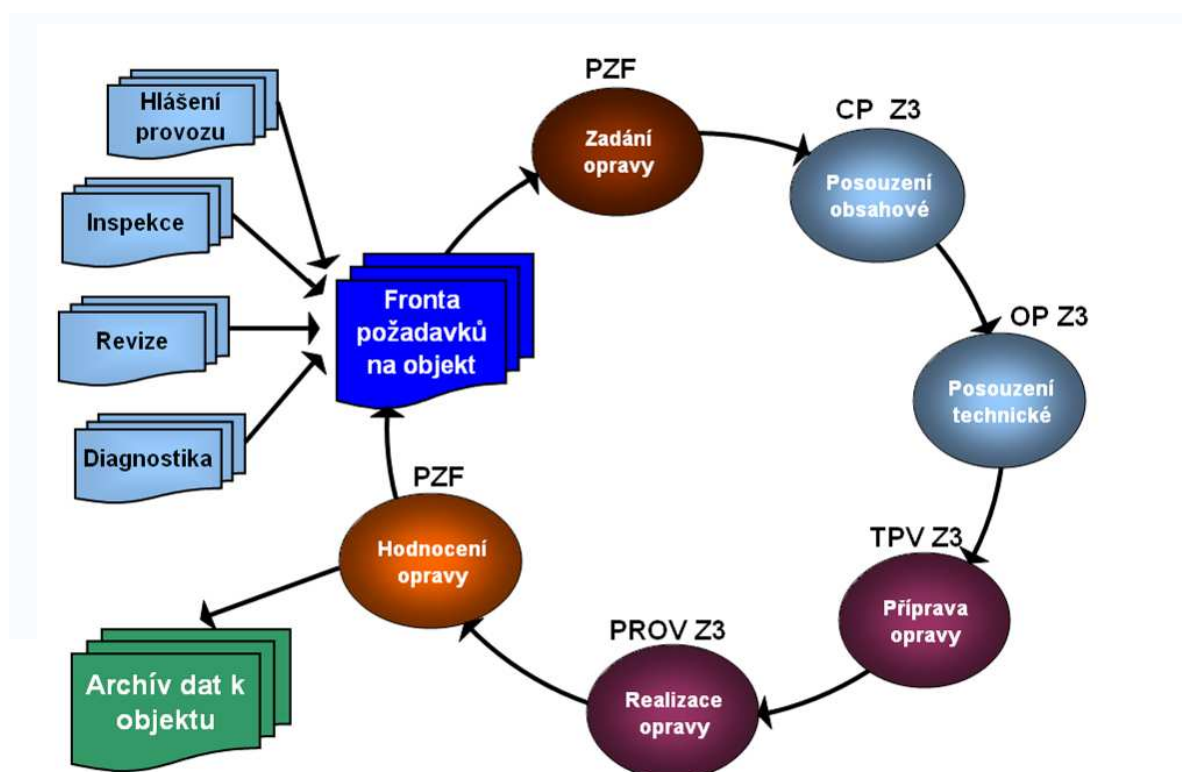
	<b>Strom Organizace</b>
	<b>Inspekce</b>
	<b>Hlášení provozu</b>
	<b>Revize</b>
	<b>Plánování oprav</b>
	<b>Pracovní příkazy</b>
	<b>Katalog náhradních dílů</b>
	<b>Výkresy a projekty</b>
	<b>Mazání</b>
	<b>Sklady a objednávky ND</b>
	<b>Výstupní sestavy</b>

## Proč je důležité shromažďovat data historie zařízení

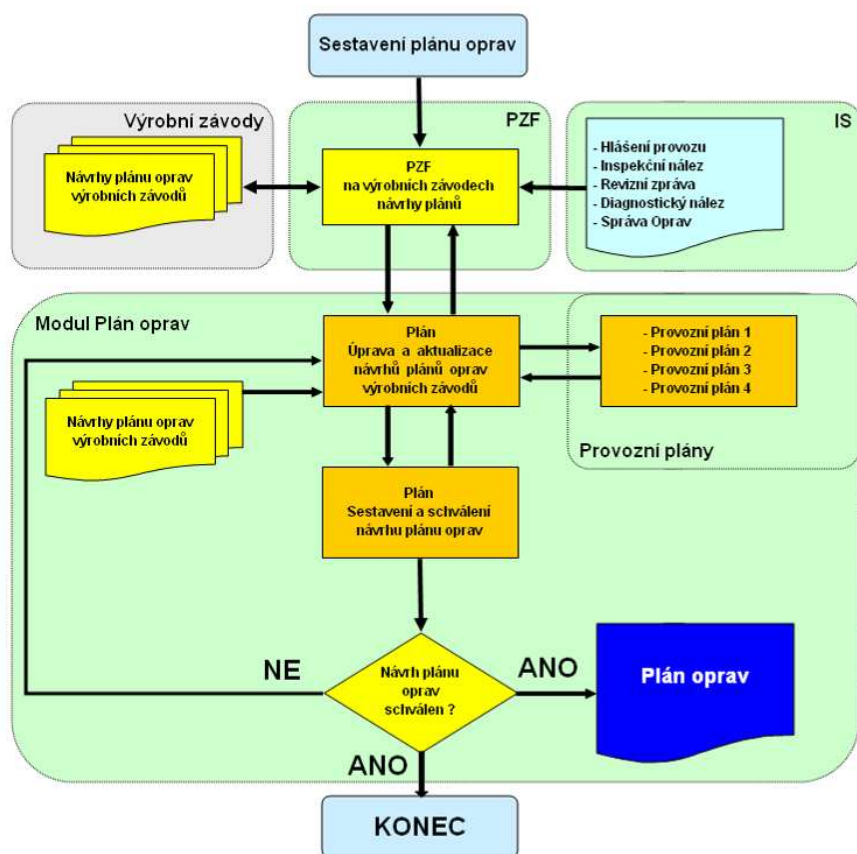
- Umožňuje pohled na provedené zásahy na zařízení (např. z hlediska četnosti, rozsahu, výše nákladů, spotřeby náhradních dílů apod.)
- Dává podklad pro tvorbu ročního a operativního plánu oprav
- Dává komplexní podklad pro operativní rozhodování (např. při poruše) a tím snižuje délku prostoje a zvyšuje účinnost zásahu
- Umožňuje provádět okamžité analýzy stavu zařízení, a tím snižovat náklady na údržbu a skladování náhradních dílů

## Opatření ke snížení spotřeby náhradních dílů

- Zlepšit technický stav zařízení
- Zvýšit četnost prohlídek zařízení
- Vzájemně si předat zkušenosti
- Motivovat obsluhu ke snížení spotřeby ND

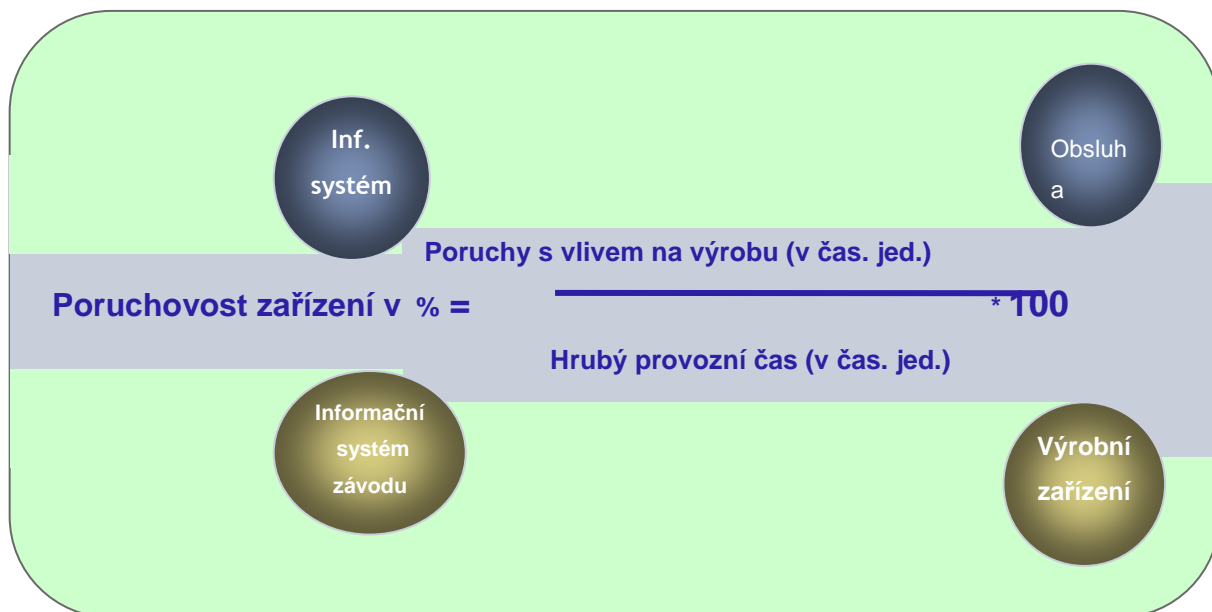


Obr. č.7 Realizace opravy v IS



Obr. č.8 Tvorba plánu oprav pro daný podnik





Obr. č.9 Informační systém – Sledování poruchovosti



Obr. č.10 Informační systém – Vznik historie stavu zařízení

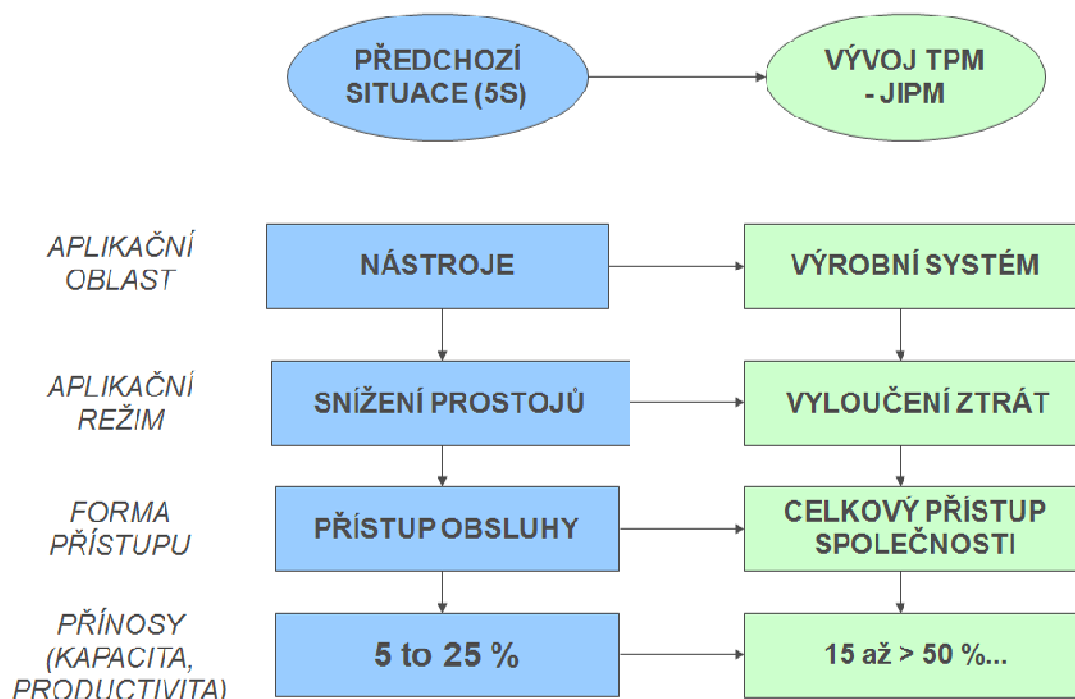




## 4. Hodnocení současné funkce

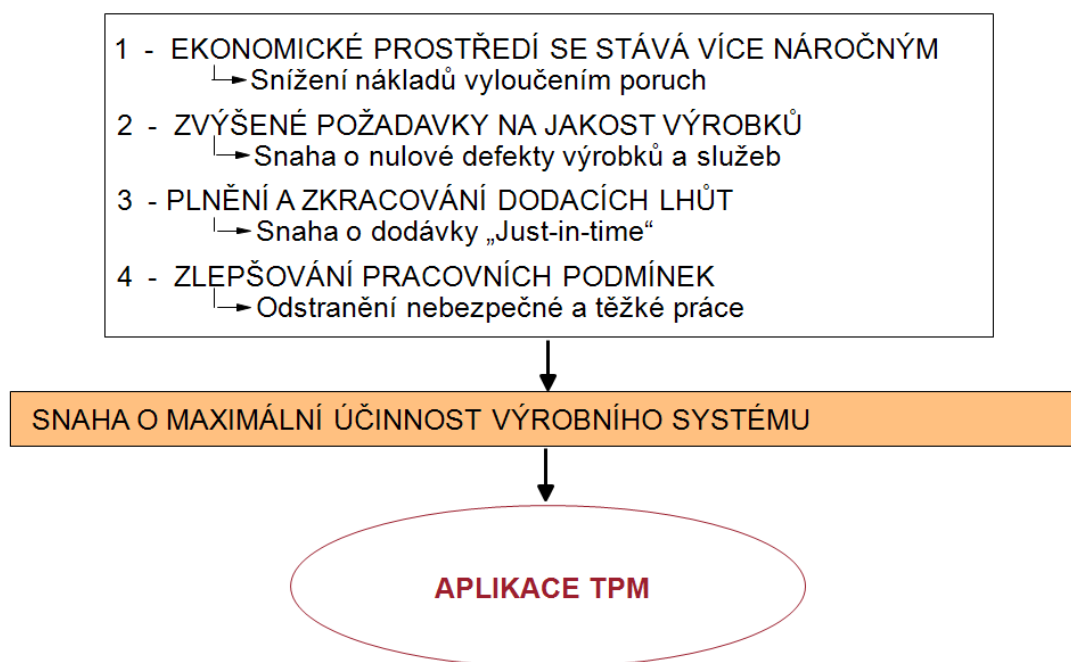
## 5. Návrhy na zdokonalení systému

### 5.1. Metodika pro zavedení TPM



Obr. č.11

Definice základního postupu



Obr. č.12      *Důvody zavedení TPM*

### Základní koncepce TPM

#### **1 – PODNIKOVÁ KULTURA**

Vybudování podnikové kultury, která bude maximalizovat účinnost výrobního systému.

#### **2 – PREVENCE – ZÁKLADNÍ FILOZOFIE**

Organizace základního systému založeného na příčinách pro předcházení ztrát a s cílem dosáhnout cílů se snižováním na nulovou hodnotu, jako je „nulová úrazovost“, „nulová poruchovost“, „nulové prostoje“ v celém životnostním cyklu výrobního systému.

#### **3 – SPOLUÚČAST VŠECH FUNKCÍ ORGANIZACE**

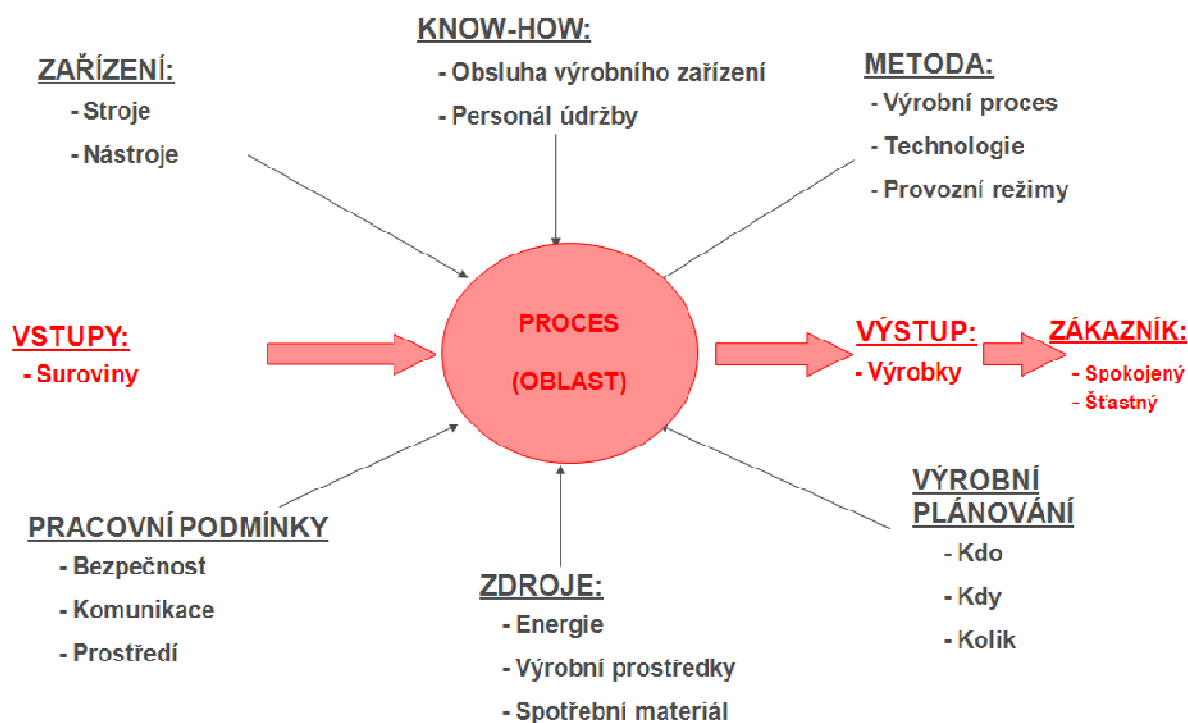
Zahrnutí všech úseků organizace, včetně výroby, rozvoje, prodeje, logistiky, vnitřní organizace, apod.

#### **4 – ZAPOJENÍ VŠECH PRACOVNÍKŮ**

Zapojení každého pracovníka organizace od vedoucích pracovníků až po provozní operátory. TPM je založena na činnostech prováděných „lidmi“.

#### **5 – SKUPINOVÁ PRÁCE**

Dosažení nulových ztrát cestou činností překrývajících se malých skupin.



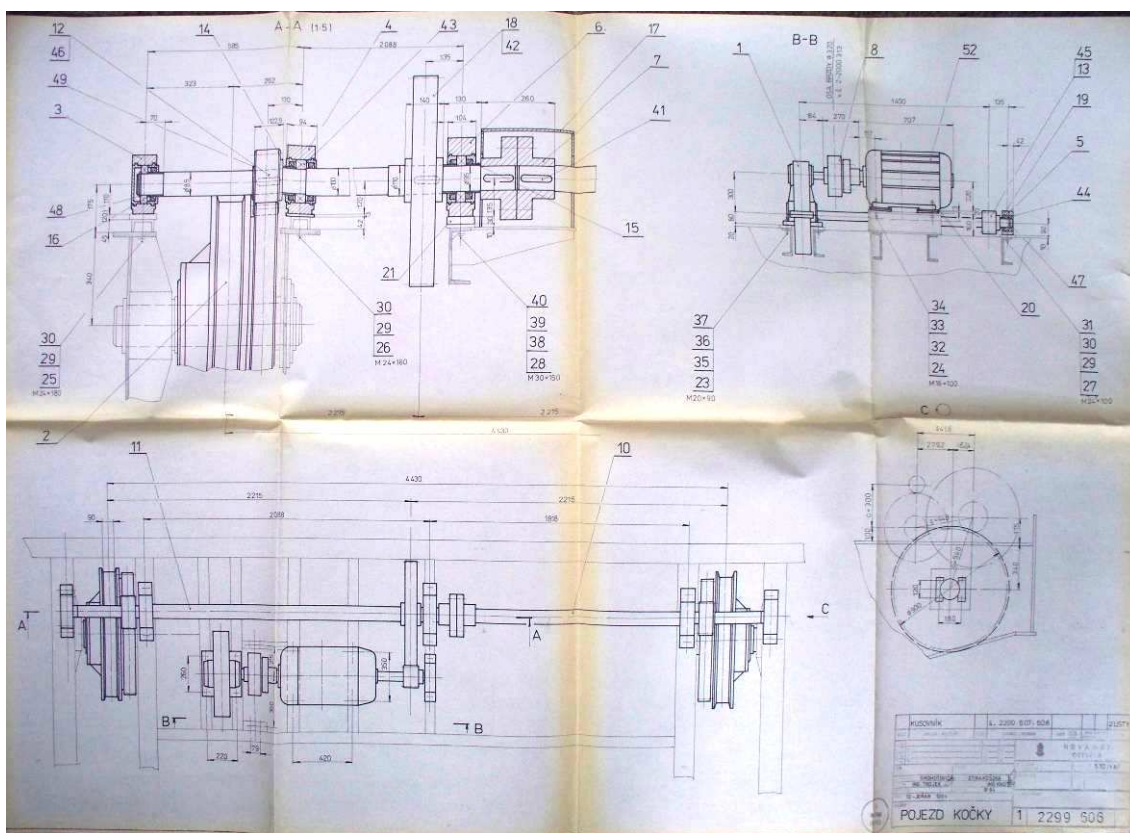
Obr. č.13 Základní struktura výrobního procesu

## 6. Metodické doporučení, rozpracování na konkrétním zařízení

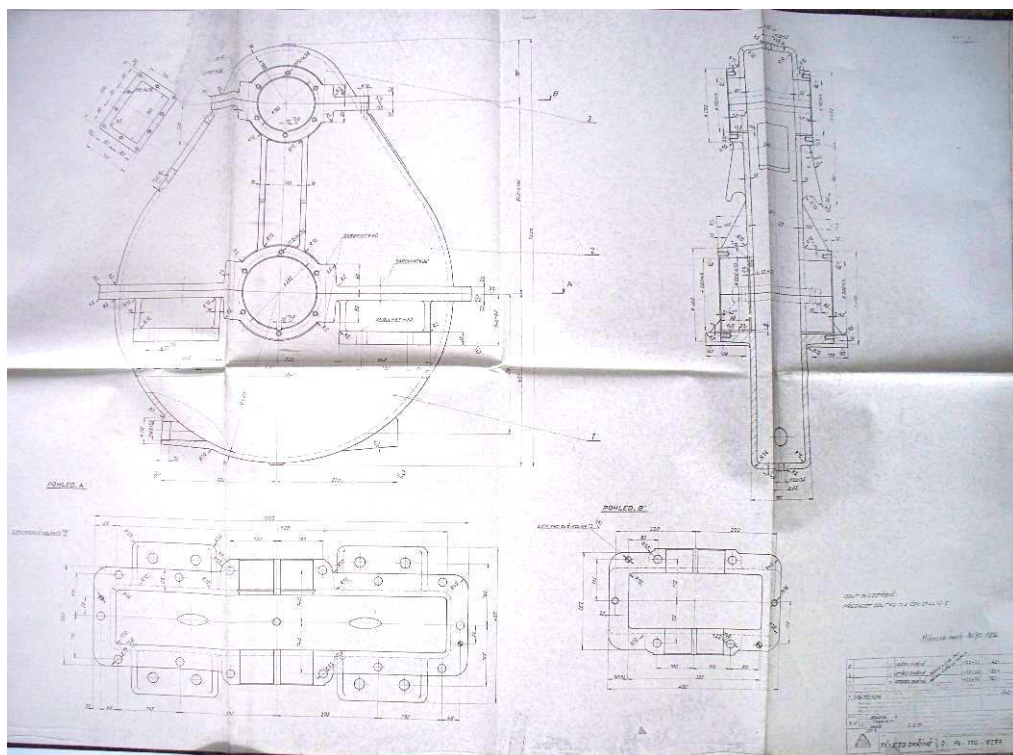
V předchozí kapitole byly vyjmenovány skutečnosti, které povedou ke komplexní racionalizaci celého systému.

Pro metodické doporučení jsem zvolil příklad jednostupňové převodovky, kterou následně ukázkově rozeberu dle již vytvořených metodických postupů (datové základny) vytvořených doc. Ing. Josefem Novákem., CSc,

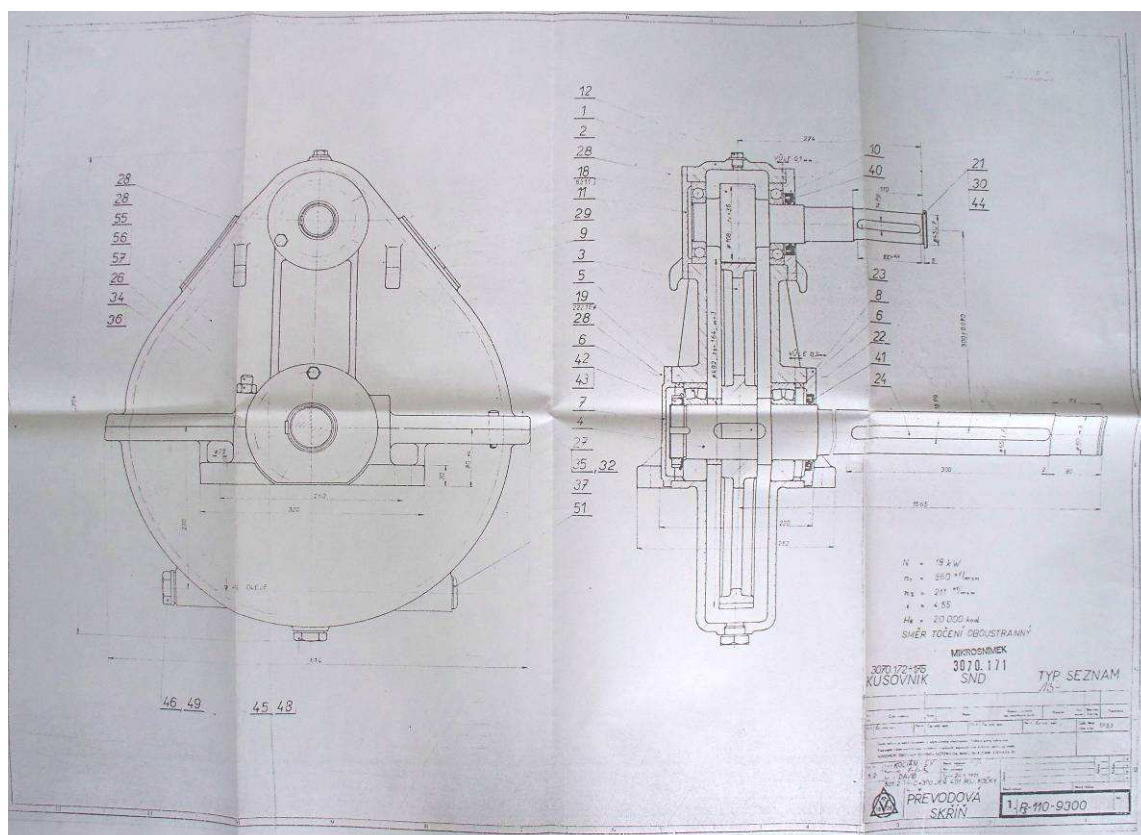
## 6.1. Charakteristika zařízení



Obr. č.14      *Situační nákres převodovky*



Obr. č.15 *Víko převodovky*



Obr. č.16 *Schéma sestavy*



## 6.2. Úvod do datové základny – vybrané celky

Sborník normativních údajů obsahuje základní a sdružená data vytvořená převážně rozborovou metodou za pomoci pohybových normativů, která lze dále s výhodou využít při tvorbě ucelených normativů a časových norem pro práce opravárenské a údržbářské případně manipulační a montážní a jiné činnosti pomocného a obslužného charakteru. Pomocí těchto dat se zrychluje a zjednodušuje práce normovače při zachování dostatečné přesnosti výsledné normy. Vhodné jsou zejména pro časové ohodnocení typových pracovních postupů, které je možno ukládat do paměti počítače a dále je využívat v různých řídicích a informačních systémech.

Normativní údaje dle druhu činnosti jsou sestaveny do tabulek. Každý časový prvek je vyjádřen kódem při zohlednění ovlivňujících činitelů trvání a je uveden v tabulkové formě, časové údaje jsou v minutách a platí (pokud není uvedeno jinak) pro činnost vykonávanou jedním pracovníkem. Pouze v pomocných tabulkách u prvku SR – šroubování (tab. č. 1, 2, 3) jsou časové údaje uvedeny v miliminutách (jednotkách normované práce [JNP] = 0,001 min). Časové hodnoty obsahují čistý čas práce  $t_{A1}$  získaný na základě podrobných analýz převážně pomocí metody pohybových normativů. Analýzy vycházely z optimálních pracovních postupů ověřených ve výrobních organizacích hutního, strojírenského a elektrotechnického průmyslu.

Takto vytvořené hodnoty sdružených prvků byly porovnávány s obdobnými prvky vytvořenými metodou MTM, byla zjištěna rovnocennost při použití obou těchto metod.

Některé z prvků (VT, TT, VT, RJ a částečně SN a NN) byly vytvořeny na základě jiných metod, event. podnikových norem. U každého sdruženého prvku je uveden obsah činnosti vč. začátku a konce, u některých složitějších prvků je uveden příklad výpočtu.

Podrobné analýzy sdružených prvků nejsou součástí tohoto sborníku.

## 6.2.1. Datová základna – oblast převodovky

### ***DR 2 : 005 Převodovky***

V rámci skupiny je řešen maximalistický technologický postup v pracovních činnostech údržby a oprav převodovek se zušlechťeným soukolím pro všeobecné použití. Jedná se o čelní ozubení, kuželová ozubení a vzájemné kombinace čelního a kuželového ozubení. Výpočet norem spotřeby času pro operace rozebrání a kompletace pro všechny uvedené typové představitele převodových skříní je možno provést v dělicí rovině 3 pomocí výpočetní techniky nebo běžným výběrem potřebných operací.

Charakter převodovky - zatřídění

***DR 3 : 161 – 168***

***Převodovky s čelními soukolími***

Konstrukční skupiny viz. náčrt.

Sestávají se z olejotěsné litinové skříně s ozubenými koly z ušlechtilé oceli. Skříně převodovek jsou dělené ve výšce os hřídelů. Mazání převodovek je samočinné nebo jsou mazány olejovým čerpadlem.

#### **a) Charakteristika členění zařízení**

Činitelem trvání určujícím zatřídění převodovek s čelními soukolími do skupin pracnosti pro maximalistický technologický postup v pracovních činnostech údržby je hmotnost (kg). U cílové operace rozebrání a kompletace je zpracována spotřeby času metodou rozborově výpočtovou dle SNPP pro hmotnost převodovek 90 kg, 385 kg, 5150 kg. Na základě takto zpracovaných norem spotřeby času jsou určeny grafickou metodou normy pro další skupiny pracnosti. Sdružené normativy dílčích úseků práce pro operace rozebrání a kompletace jsou zpracovány pro převodovky s čelním soukolím. Pro zbývající konstrukční typy převodovek je nutno doplnit operace rozebrání a kompletace o specifické činnosti.

Skupina pracnosti	Činitel trvání		
	Povrchová plocha [dm <sup>2</sup> ]	Hmotnost [kg]	Velikost rozměry[dm]
1	30	35	E – 1,6
			F – 2,8
			C – 2,4
2	70	90	E – 2,2
			F – 4,0
			C – 3,9
3	200	400	E – 3,0
			F – 7,5
			C – 6,9
4	400	1 000	E – 3,8
			F – 10,9
			C – 10,5
5	700	1 500	E – 6,1
			F – 14,7
			C – 10,7
6	1 000	2 800	E – 7,4
			F – 17,4
			C – 11,2
7	1 500	4 600	E – 11,5
			F – 19,5
			C – 12,5
8	2 100	7 000	E – 15,2
			F – 25,5
			C – 16,0

Tab. č.3 Zatřídění převodovky

E – rozměr základu převodovky

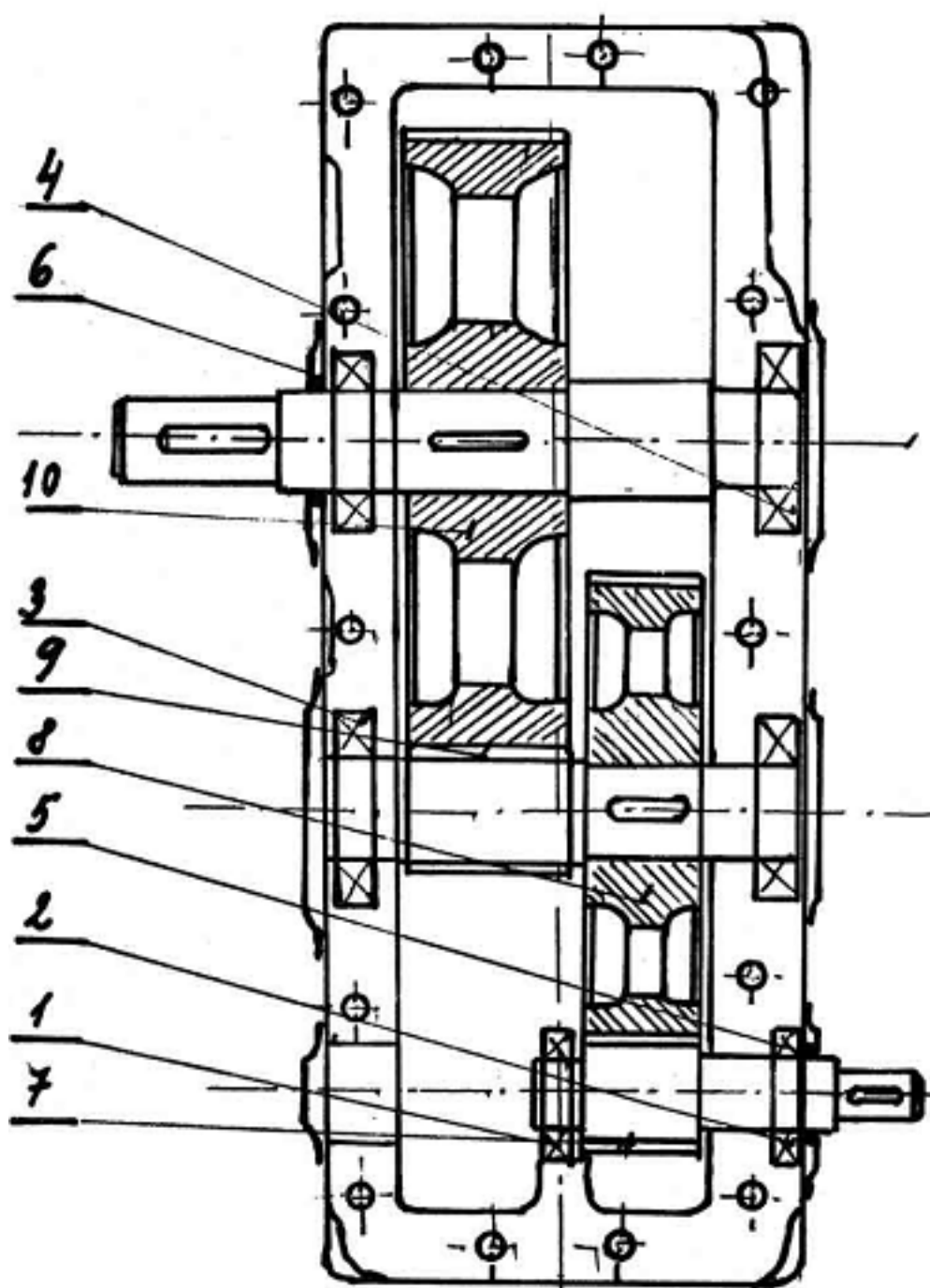
F – rozměr základu převodovky

C – výška převodovky

Zvolená jednostupňová převodovka má dle výkresů charakterizující rozměry 12.02 x 10.32 x 4,20 C x E x F (dm). Hmotnost převodovky 550kg.

Jednostupňovou převodovku je možné zatřídit do skupiny pracnosti 4.

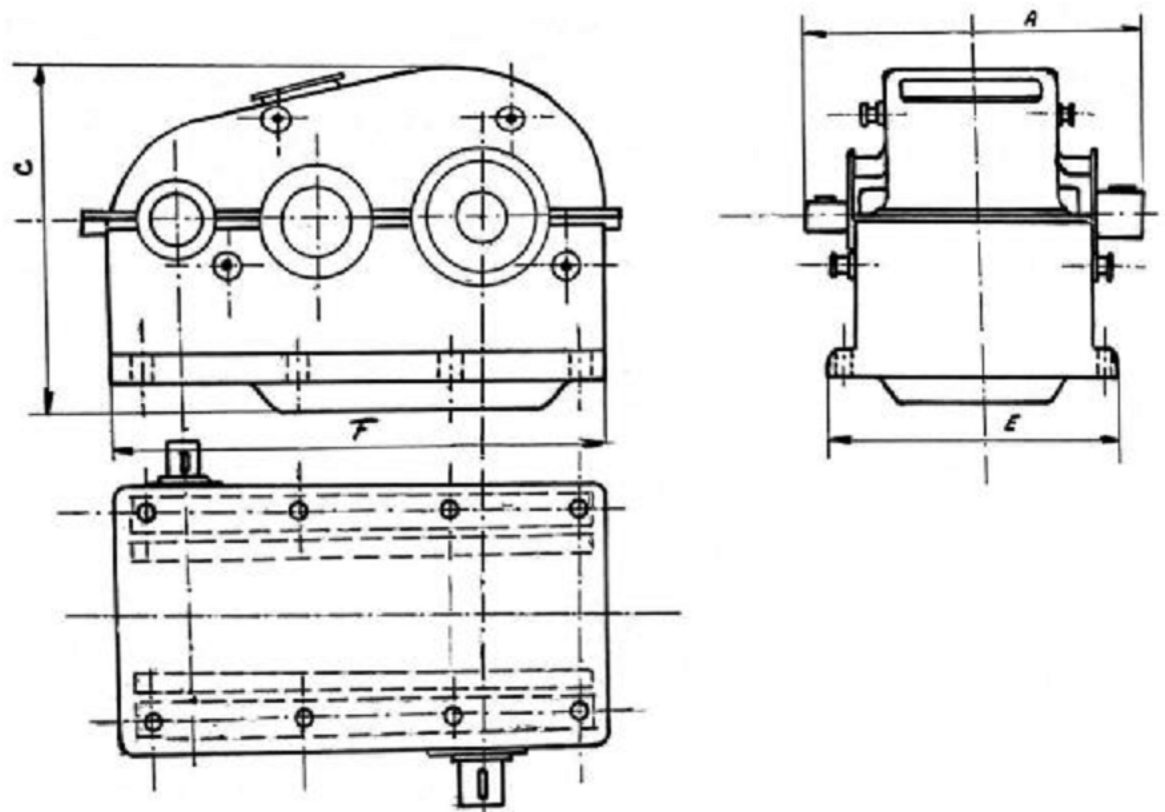




Obr. č.17      *Náčrt charakteristického modelové převodovky*

- 1 – lož. vstup. hřídele
- 2 – lož. vstup. hřídele
- 3 – lož. střed. hřídele
- 4 – lož. výstup. hřídele
- 5 – těsnící kroužek vstup. hřídele
- 6 – těsnící kroužek výstup. hřídele
- 7 – pastorek vstup. hřídele
- 8 – ozubené kolo
- 9 – pastorek
- 10 – ozubené kolo

Obr. č.18      *Legenda převodovky*



Obr. č.19      *Charakteristické rozměry zatřídění*

- A – délka vstup. a výstup. hřídele
- C – výška převodovky
- E – šířka převodovky
- F – délka převodovky

Obr. č.20      *Legenda zatřídění převodovky*

### **c) Upřesnění operací**

#### **1) Čištění povrchu převodové skříně**

- čištění (škrabka, hadr na sucho, vzduch)

#### **2) Vizuální kontrola vnější**

- kontrola povrchu plochy
- kontrola počtu míst (šroubů, dělicích rovin, vík)

#### **3) Vizuální kontrola vnitřní, nahlížecím víkem**

- demontáž nahlížecího víka
- otáčení vstupním hřídelem (počet otáček je v závislosti na převodu)
- kontrola ložisek, věnců ozub. kol
- zhotovení těsnění
- montáž nahlížecího víka

#### **4) Dotáhnutí základových šroubů a šroubů dělicí roviny převodovky**

- dotažení všech šroubů

#### **5) Těsnění dělicí roviny (1 ks dělicí roviny)**

- demontáž vík, dělicí roviny převodové skříně
- zhotovení těsnění
- montáž vík, dělicí roviny převodové skříně

6) Demontáž z funkčního místa

- odšroubování základových šroubů
- manipulace oddělit pomůckou
- přemístit jeřábem (ručně)

(u manipulace ze ztížených podmínek se čas  $t_A$  zpracuje dle vlastních technicko-organizačních podmínek)

7) Vypouštění olejové náplně

- přemístění nádoby pod převodovou skříň (20 m)
- odšroubování výpustného šroubu
- přemístění nádoby na místo vylití (20 m)
- vyprázdnění nádoby
- odložení nádoby

#### 8) Rozebrání

- demontáž vík, horní poloviny skříně (man. ručně jeřábem) 20
- vyjmutí hřídele ze skříně převodovky (man. ručně, jeřábem) 20 m
- čištění hřídele
- stažení segerové pojistky
- oddělit, vysunout gufero
- stažení ložiska
- vysunutí odstříkovacího, distančního, mazacího kroužku
- odjištění plech. podložky KM matice
- odšroubování KM matice
- stažení náboje ozub. kola
- čištění demontovaných částí

#### 9) čištění vnitřní části skříně

- čištění (škrabka, mokrý štětec, suchý hadr, vzduch)

#### 10) Kontrola opotřebení

- manipulace, přemístění hřídele (ručně, jeřábem)
- čistit mokrým štětcem a suchým hadrem
- kontrola opotřebení posuvným měřítkem a mikrometrem
- kontrola ozubení, měření náboje

#### 11) Kompletace

- nalisování náboje ozub. kola
- nalisování náboje šnek. věnce
- nalisování, nasunutí ložiska
- nasunutí odstřikovacího, distančního, mazacího kroužku
- zašroubování KM matice
- nasunutí gufera do díry
- nasunutí seger. pojistky
- nasunutí hřídele do skříně převodovky (man. ručně, jeřábem)
- montáž víka, horní poloviny skříně (man. ručně, jeřábem)

#### 12) Montáž na funkční místo

- přemístit jeřábem (ručně) 20 m
- manipulace umístit na základové šrouby
- šroubování základových šroubů

(u všech skupin pracnosti převodovek není uvažováno v čase tA s vertikálním a horizontálním ustavením skříně)

#### 13) Napouštění olejové náplně

- šroubování výpustného šroubu
- přemístění konve s místu naplnění (ručně 20 m)
- naplnění konve olejem
- zpětné přemístění konve na pracoviště
- plnění převodové skříně plnicím otvorem
- odložení konve
- nasunutí krytu plnicího otvoru

Software pro časovou náročnost údržby. (Normativy)

**Normativy**  
Soubor Sdružené prvky Elektro Zámečnické práce Jeřáby Nápo věda

Výpis jednotlivých záznamů

PS-CISTENI POVRCHOVE (1KS)/P
PS-VIZUALNI KONTROLA VNEJSI(1KS)/P
PS-VIZUALNI KONTR.VNITRNIN AHLIZ.VIKEM(1KS)/P
PS-KONTROLA DOTAHNUTI ZAKL.SROUBU A SROUBU DELICI ROVINY
PS-TESNENI DELICI ROVINY(1KS)/D
PS-DEMONTAZ Z FUNKCNIHO MISTA(1KS)/P
PS-VYPOUSTENI OLEJ.NAPLNE(1KS)/P,D
PS-ROZEBRANI(1KS)/D
PS-CISTENI VNITRNI CASTI SKRINE(1 KS)/P,D
PS-KONTROLA OPOTREBENI(1KS)/P,D
PS-KOMPLETACE(1KS)/D
PS-MONTAZ NA FUNKCNI MISTO(1KS)/P
PS-NAPLNE NI OLEJOVE NAPLNE(1KS)/P,D

Předchozí Další Vyber vše

DR2  DR3  DR4  Hledej ☐ Elektro ☐ Zámečnické práce ☐ Jeřáby

Seznam jednotlivých úkonů

	Čas
PS-CISTENI POVRCHOVE (1KS)/P	145
PS-VIZUALNI KONTROLA VNEJSI(1KS)/P	14
PS-VIZUALNI KONTR.VNITRNIN AHLIZ.VIKEM(1KS)/P	49
PS-KONTROLA DOTAHNUTI ZAKL.SROUBU A	32
PS-TESNENI DELICI ROVINY(1KS)/D	260
PS-DEMONTAZ Z FUNKCNIHO MISTA(1KS)/P	49
PS-VYPOUSTENI OLEJ.NAPLNE(1KS)/P,D	66
PS-ROZEBRANI(1KS)/D	323
PS-CISTENI VNITRNI CASTI SKRINE(1 KS)/P,D	221
PS-KONTROLA OPOTREBENI(1KS)/P,D	148
PS-KOMPLETACE(1KS)/D	720
PS-MONTAZ NA FUNKCNI MISTO(1KS)/P	51
PS-NAPLNE NI OLEJOVE NAPLNE(1KS)/P,D	91

Přechozí Další Celkový čas: 2169

Tab. č.4 Úplná časová náročnost (pracnost) ze skupiny 4

## 6.2.2. Příklad detailu výpočtu šroubování



SR	Šroubování, volnost 90°, odpor nad 2 kg				
Šroubovat	Počet závitů				
	Kód	1	6	10	16
Ručně	A	0,05	0,37	0,56	0,85
Šroubovákem	B	0,05	0,51	0,77	1,13
Stran. klíčem	C	0,21	1,40	2,24	3,50
Nástrč. klíčem	D	0,13	0,88	1,40	2,18

**Obsah činnosti:**

- **Při ručním šroubování:** vzít šroub (matici) v dosahu, přemístit, nasadit a šroubovat příslušný počet závitů včetně utažení.
- **Při šroubování nástrojem:** vzít nástroj a šroub (matici) v dosahu, přemístit, nasadit šroub (matici), provést přemístění a nasazení nástroje na šroub, šroubovat příslušný počet závitů včetně utažení, odložit nástroj.
  - při šroubování nad 16 závitů se připočítává se kódu za 16 závitů kód za šroubování jednoho závitu s příslušnou četností,
  - šroubování 1 závitu obsahuje pouze zašr. závitu ručně nebo nástrojem bez dalších pohybů vzít a přemístit matici ) šroub) nebo nástroj,
  - v časových hodnotách není započteno umístování podložek, těsnění, umístování dvou matic a dotahování „pákou a kladivem“,
  - časové hodnoty jsou zprůměrovány z hlediska průměru šroubu a platí až do velikosti šroubů M52.

**Příklad:**

Šroubovat stranovým klíčem 20 závitů.

Kód :	SRC 16 čas	3,5
	4 x SRC 1	4 x 0,21
		<u>Σ 4,34 min</u>



### S (R) - Sestavit rozebrat šroubový spoj – časy v nmin

S [R]		Sestavit (rozebrat) šroubový spoj									
		S - Sestavit					R – Rozebrat				
		Průměr závitu do M [mm]									
Druh provedení šr. spoje	Kód	20	36	64	80	120	20	36	64	80	120
	A	88	92	92	114	118	43	45	45	64	66
	B	140	148	152	191	199	63	67	67	96	100
	C	167	171	182	226	242	88	90	94	112	118
	D	219	227	246	299	323	109	117	125	165	174
	E	192	200	208	256	272	83	89	93	126	134
	F	888	888	892	1640	1644	1323	1325	1325	1744	1786
	G	967	976	978	1668	1757	1368	1370	1374	1792	1838
		Průměr závitu do M [mm]									
	Kód	80	150	200	360	460	80	150	200	360	460
	H	296	344	472	598	766	278	294	414	538	702

Příklad kódu SBS 36

### Druhy provedení šroubových spojů

- A. Matice (šroub), podložka
- B. 2 ks matic, podložka
- C. Šroub, podložka, matice, podložka
- D. Šroub, podložka, 2 ks matic, podložka
- E. Závrtný šroub, podložka, 2 ks matic
- F. Korunová matice, podložky, závlačka
- G. Šroub, podložka, korunová matice, podložka, závlačka
- H. Kruhová matice, pojistná plech. podložka

Obr. č.21 Ukázka normativu pro sestavení šroubové ho spoje

**ND - Nasadit nástroj, příp. použít kladivo a páku a dotáhnout (povolit) šr. spoj – časy v mmin.**

ND		Nasadit nástroj (kladivo, páku) a dotáhnout (povolit) šr. spoj							
		Průměr závitu šroubu (matice) do M [mm]							
Provedení šr. spoje		Kód	08	20	36	64	80	120	
	A, F, H	A	102	192	258	298	440	552	
	B	B	204	392	516	596	880	1104	
	C, G	C, G	152	246	318	358	500	642	
	D	D	254	442	576	656	940	1194	
	E	E	306	576	774	894	1320	1656	

Obr. č.22 Ukázka normativu pro dotažení šroubového spoje

Příklad:

Sestavení času šroubového spoje druhu provedení B–2 ks matic, podložka, šroub M36, odpor 2 kg, volnost 60°, normální poloha, šroubování stranovým klíčem:

	Kód	Četnost	Čas
Tab. č.2: sestavit šr. spoj	SBS 36	148	148
Tab. č.1: šroubovat	26 x Š 32 NSK	26 x 246	6 396
Tab. č.3: dotáhnout	NDB		516
			$\Sigma 7\,060 \text{ nmin} = 7,06 \text{ min}$

Šroubovat 1 závit (čas v nmin)

Kód: Š  
Příklad: Š 01 NSK

Závit	Volnost	Odpor	Kód	Normální poloha – N					Ztížená poloha – N				
				RU	ŠR	SK	NK	RA	RU	ŠR	SK	NK	RA
				Ruka	Šroubovák	Str. klíč	Nástr. klíč	Račn a	Ruka	Šroubovák	Str. klíč	Nástr. klíč	Račn a
Do M 8	180°	Volně	01	16	19	62	40	36	24	28	70	48	44
		≤ 2 kg	02	20	23	66	44	40	28	31	74	58	48
		> 2 kg	03	24	27	80	58	54	32	46	88	66	62
	120°	Volně	04	24	27	93	60	54	33	37	105	72	66
		≤ 2 kg	05	30	33	99	66	60	42	46	111	78	72
		> 2 kg	06	36	39	105	72	66	48	52	117	84	78
	90°	Volně	07	32	35	124	80	72	48	52	140	96	88
		≤ 2 kg	08	40	43	132	88	80	56	60	148	104	96
		> 2 kg	09	48	51	140	96	88	64	68	156	112	104
	60°	Volně	10	48	48	144	84	72	72	76	168	108	96
		≤ 2 kg	11	60	63	156	96	84	84	88	180	120	108
		> 2 kg	12	72	75	180	108	96	96	100	192	132	120
Do M 20	180°	Volně	13	16	16	88	56	52	24	24	96	64	60
		≤ 2 kg	14	20	20	92	60	56	28	28	100	68	64
		> 2 kg	15	24	24	96	69	60	32	32	104	72	68
	120°	Volně	16	24	24	93	60	54	33	33	105	72	66
		≤ 2 kg	17	30	30	99	66	60	42	42	111	78	72
		> 2 kg	18	36	36	105	72	66	48	48	117	84	78
	90°	Volně	19	32	32	124	80	72	48	48	140	96	88
		≤ 2 kg	20	40	40	132	88	80	56	56	148	104	96
		> 2 kg	20	48	48	140	96	88	64	64	156	112	104
	60°	Volně	22	48	48	144	84	72	72	72	168	108	96
		≤ 2 kg	23	60	60	156	96	84	84	84	180	120	108
		> 2 kg	24	72	72	168	108	96	96	96	192	132	120

Tab. č.5 Ukázka normativu pro šroubování

V našem případě se převodovka skládá ze dvou vík, která jsou dohromady utažena 16 šrouby M16. Šroubový spoje se skládá s podložky a šroubu.

Postup výpočtu:

1. Z normativu pro sestavení šroubového spoje vybereme naši variantu SAS 20 = 88 nmin
2. Z normativu pro šroubování vybereme skupinu ( Do M 20), stupeň volnosti (120), odpor nad 2kg, dotažení je provedeno račnou Š 18 NRA = 66 nmin
3. Z normativu pro dotažení šroubového spoje vybere náš případ NDA20 = 192nmin

Ukázkový výpočet:

Sestavení spojů

Počet šroubů x SAS20 = Pracnost sestavení

$$16 \times 88 = 5808 \text{ nmin}$$

Šroubování spojů

Dle výše uvedené specifikace šroubové spojení vybereme z tabulky specifikaci: Š 18 NRA = 66 nmin.

Každý šroubu je nutné zašroubovat 16 otáčkami.

Výpočet :

Počet závitů x Š 18 NRA x počet šroubů = Pracnost dotažení

$$16 \times 66 \times 16 = 16896 \text{ nmin}$$

Dotažení šroubových spojů:

Počet šroubů x NDA20 = Pracnost dotažení

$$16 \times 192 = 3072 \text{ nmin}$$

### Shrnutí:

Popis činnosti	Pracnost (nmin)
Sestavení šroubových spojů	5808
Šroubování šroubových spojů	16896
Dotažení šroubových spojů	3072
Celková pracnost	25776



Obr. č.23

*Hala před TPM*





Obr. č.24      *Hala při zavádění TPM*

### **6.3. Hardware a software demoverze**

Obr. č.25      *Multimetr UT 71E*

Tab. č.6      Finanční investice

## 7. Celkové hodnocení



Obr. č.26      *Hala před TPM*



Obr. č.27      *Hala při zavádění TPM*

Obr. č.28      *Segment brámového kontilití při havárii*

### **7.1.1. Výsledky měření**

Graf č.1      Průběh rytmů pracoviště

## **8. Závěr**

## **9. Seznam obrázků**

Obr. č.1      Příprava k zahájení stavby první tratě - koleje k vysoké peci/září 1949  
12



Obr. č.2	Ocelárna-odlévání železa na MB peci/1967 .....	13
Obr. č.3	Ocelárna - tavba šesti proudy na kontilití/1993.....	14
Obr. č.4	Organizační schéma společnosti.....	15
Obr. č.5	Výrobní proces ve společnosti ArcelorMittal Ostrava a.s.....	15
Obr. č.6	Opatření údržby.....	19
Obr. č.7	Strategie údržby .....	20
Obr. č.8	Škodlivé vlivy působící na stroje a jejich prvky .....	21
Obr. č.9	Údržba.....	22
Obr. č.10	Členění metod inspekce .....	23
Obr. č.11	Schematický průběh rezervy na opotřebení nad dobou používání ....	24
Obr. č.12	Měřené veličiny.....	25
Obr. č.13	Preventivní údržba.....	28
Obr. č.14	Diagnostika.....	30
Obr. č.15	Termíny oprav .....	31
Obr. č.16	Nejdůležitější vyhodnocovací metody.....	32
Obr. č.17	Schéma údržby.....	48
Obr. č.18	Pyramida bezpečnosti práce .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Obr. č.19	Analýza závad a pořádku .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Obr. č.20	Vyhodnocení údržby v soutěži WCM.....	51
Obr. č.21	Stav jednotlivých fází současné údržby.....	51
Obr. č.22	Informační systém .....	49
Obr. č.23	Obecný postup řešení poruchy.....	49
Obr. č.24	Statistika poruch - poruchovost: .....	50
Obr. č.25	Vývoj poruch.....	50
Obr. č.26	Realizace opravy v IS.....	54
Obr. č.27	Tvorba plánu oprav pro daný podnik .....	54
Obr. č.28	Informační systém – Sledování poruchovosti .....	55
Obr. č.29	Informační systém – Vznik historie stavu zařízení.....	55
Obr. č.30	Definice základního postupu .....	57
Obr. č.31	Důvody zavedení TPM .....	58
Obr. č.32	Základní struktura výrobního procesu .....	59
Obr. č.33	Situační náskres převodovky .....	60

Obr. č.34	Víko převodovky .....	61
Obr. č.35	Schéma sestavy .....	61
Obr. č.36	Náčrt charakteristického modelové převodovky .....	65
Obr. č.37	Legenda převodovky .....	66
Obr. č.38	Charakteristické rozměry zatřídění .....	66
Obr. č.39	Legenda zatřídění převodovky .....	66
Obr. č.40	Ukázka normativu pro sestavení šroubové ho spoje .....	73
Obr. č.41	Ukázka normativu pro dotažení šroubového spoje.....	73
Obr. č.42	Hala před TPM .....	76
Obr. č.43	Hala při zavádění TPM .....	77
Obr. č.44	Segment brámového kontilití při havárii <b>Chyba! Záložka není definována.</b>	
Obr. č.45	Multimetr UT 71E.....	77
Obr. č.46	Hala před TPM .....	78
Obr. č.47	Hala při zavádění TPM .....	79
Obr. č.48	Segment brámového kontilití při havárii.....	79

## 10. Seznam tabulek

Tab. č.1	Přiřazení měřených veličin .....	26
Tab. č.2	Porovnání TPM.....	33
Tab. č.3	Zatřídění převodovky .....	64
Tab. č.4	Úplná časová náročnost (pracnost) ze skupiny 4 .....	71
Tab. č.5	Ukázka normativu pro šroubování .....	74
Tab. č.6	Finanční investice .....	77

## 11. Seznam grafů

Graf č.1	Průběh rytmů pracoviště.....	80
----------	------------------------------	----

## 12. Seznam použitých pramenů

- [ 1. ] NOVÁK J.: *Organizace a řízení*. Ostrava, 2006, 1.vydání, 105 s., ISBN 80-248-1223-1
- [ 2. ] NOVÁK J.: *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava, 2004.
- [ 3. ] NOVÁK J., ŠAJDLEROVÁ I.: *Řízení strojírenských podniků*. Ostrava, 2002, ISBN 80-248-0101-9
- [ 4. ] TOMEK G., VÁVROVÁ V.: *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999, ISBN 80-7169-578-5.
- [ 5. ] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002. 421s. ISBN 80-247-0199-5.
- [ 6. ] [ D<sub>1</sub> ] DRESLER, A. *Optimalizace údržby v Dura Automotive Systems s.r.o.*, Katedra mechanické technologie VŠB – TU, 2006, 128s. Bakalářská práce na VŠB – TUO FS na katedře mechanické technologie. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Josef Novák, Csc.

## 13. Přílohy